

CTSA no Ensino de Ciências: Uma Revisão Sistemática das Propostas Educacionais Presente na Literatura

STS in Science Education: A Systematic Review of Educational Proposals in the Literature

CTSA en la Enseñanza de las Ciencias: Una Revisión Sistemática de las Propuestas Educativas Presentes en la Literatura

Izabele Gomes,  e Fabiana R. G. e Silva Hussein 

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar as propostas de ensino baseadas na abordagem CTSA para o Ensino de Ciências do Ensino Fundamental a partir da revisão sistemática da literatura. A sistematização ocorreu com base nas publicações indexadas no Portal de Periódicos CAPES, aplicando os parâmetros e procedimentos do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), que resultaram em um corpus de 29 artigos que descrevem propostas centralmente para abordagem CTSA. Os principais resultados indicam que existem dificuldades relacionadas à indisciplina dos alunos, à falta de tempo para planejamento e à resistência ao uso de novas metodologias. A abordagem CTSA apresenta vantagens significativas, como o fortalecimento do pensamento crítico, a promoção de uma aprendizagem contextualizada e a interdisciplinaridade. As implicações da pesquisa sugerem que a adoção da abordagem CTSA pode contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e participativos, a superação das barreiras estruturais e pedagógicas é essencial para a implementação eficaz dessa abordagem. Ainda se mostra necessário pensar a formação de professores e o desenvolvimento de novas práticas adotadas ou o aprimoramento de práticas existentes com foco em CTSA na Educação Básica.

Palavras-chave: CTSA, Ensino de Ciências, formação crítica e reflexiva, revisão sistemática, método PRISMA

Abstract

This research aims to analyze teaching proposals based on the CTSA (Science, Technology, Society, and Environment) approach for science education in elementary schools through a systematic literature review. The study followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines, using publications indexed in the CAPES Journals Portal. This resulted in a corpus of 29 articles focused on the CTSA approach. The main results indicate that there are difficulties related to student indiscipline, limited planning time, and resistance to new methodologies. However, the CTSA approach offers significant benefits, including the enhancement of critical thinking, the promotion of contextualized learning, and interdisciplinarity. Adopting the CTSA approach can contribute to developing more informed and engaged citizens; overcoming structural and pedagogical barriers is essential for effectively implementing this approach. Furthermore, it highlights the need to reconsider teacher training and to develop or improve existing practices with a focus on CTSA in elementary education.

Keywords: STS, Science Teaching, critical and reflective training, systematic review, PRISMA method

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo analizar las propuestas didácticas basadas en el enfoque CTSA para la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria a partir de una revisión sistemática de la literatura. La sistematización se realizó a partir de publicaciones indexadas en el Portal de Revistas CAPES, aplicando los parámetros y procedimientos del Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), lo que resultó en un corpus de 29 artículos que describen propuestas centradas en el enfoque CTSA. Los principales resultados indican que existen dificultades relacionadas con la indisciplina de los estudiantes, la falta de tiempo para la planificación y la resistencia al uso de nuevas metodologías. Sin embargo el enfoque CTSA tiene ventajas significativas, como el fortalecimiento del pensamiento crítico, la promoción del aprendizaje contextualizado y la interdisciplinariedad. Las implicaciones de la investigación sugieren que la adopción del enfoque CTSA puede contribuir a la formación de ciudadanos más conscientes y participativos la superación de las barreras estructurales y pedagógicas es esencial para la aplicación efectiva de este enfoque. Aún es necesario pensar en la formación de profesores y en el desarrollo de nuevas prácticas adoptadas o en el perfeccionamiento de las ya existentes con enfoque en la CTSA en la educación básica.

Palabras clave: CTSA, Enseñanza de las Ciencias, formación crítica y reflexiva, revisión sistemática, método PRISMA

Introdução

Destacamos o entendimento quanto ao potencial do ensino de ciências no tocante à formação crítica e cidadã, sendo este um caminho promissor que desempenha um papel central na educação atual. Ao potencializar a participação dos alunos, o ensino de ciências os capacita a interpretar o mundo ao seu redor por meio de conteúdos problematizadores e significativos, promovendo, assim o desenvolvimento de indivíduos críticos e comprometidos com a transformação da sociedade em que vivem (Silva et al., 2017).

Nos últimos anos, tem havido um reconhecimento crescente do valor e da importância de políticas educacionais que garantam a alfabetização por parte de diversos segmentos da sociedade. Paralelamente, novas perspectivas têm sido apresentadas para o ensino de ciências, buscando questionar seu papel em uma sociedade influenciada pela Ciência e pela Tecnologia (Andrade & Carvalho, 2002).

Uma das abordagens didáticas que vem se engajando em promover uma aprendizagem contextualizada sobre o conhecimento científico e suas dimensões sociais, capacitando os estudantes a tomar decisões ou entender diferentes pontos de vista sobre problemas sociais relacionados de algum modo à ciência e à tecnologia, e que tem despertado o interesse entre pesquisadores, é a abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (Ferri et al., 2018; Hansen et al., 2021; Linsingen, 2007).

Caracterizada por uma compreensão das dimensões sociais da ciência e da tecnologia, incluindo fatores sociais, políticos e/ou econômicos que afetam a mudança tecnológica, bem como as implicações éticas, ambientais ou culturais dessa mudança

(Fernandes et al., 2018), a abordagem CTSA surge como uma forma de se repensar o uso da ciência e da tecnologia em um determinado contexto social. Ela promove uma visão mais crítica dos alunos, permitindo o exercício de uma cidadania mais holística e consciente (Koepsel, 2003; Moraes & Araújo, 2012).

Embora esse movimento não tenha se originado no contexto educacional, as reflexões nessa área têm aumentado significativamente (Palacios et al., 2003), pois a escola é considerada um espaço propício para promover e consolidar mudanças de atitudes e valores (Pinheiro, 2005). Essa abordagem se integra aos currículos escolares com o intuito de auxiliar os alunos a construírem conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomadas de decisões mais democráticas e participativas, considerando questões interdisciplinares que relacionam a ciência com diferentes áreas, abrangendo, assim, questões sociais, históricas e filosóficas (López & Cerezo, 1996; Santos, 2005; Santos & Schnetzler, 2003; Strieder, 2008).

Conforme Strieder & Kawamura (2017), há uma polissemia no campo CTSA, refletindo as diferentes atividades pedagógicas que podem ser desenvolvidas. Dessa forma, percebemos que é relevante uma análise dos estudos existentes, para identificar e compreender as tendências e os resultados apresentados para propostas educacionais em CTSA, particularmente no ensino de ciências.

Este estudo consistiu na busca de encaminhamentos para as seguintes questões: como são descritas, na literatura, as propostas de ensino de ciências fundamentadas em CTSA? Quais são os contextos e quais os aportes teóricos estão sendo usados para conduzir essas pesquisas? Quais resultados são destacados na literatura em relação ao uso do CTSA em propostas de ensino de ciências? Compreendendo a complexidade do tema e das variadas formas de interpretação sobre o que representam a abordagem CTSA, o objeto de estudo focará em descrever as propostas de ensino baseadas na abordagem CTSA para o Ensino de Ciências presentes na literatura.

Metodologia

Esta pesquisa de caráter teórico segue os pressupostos do método qualitativo, que envolve a obtenção de dados descritivos derivados do contato do pesquisador com os métodos utilizados para buscar abstrações, estabelecer conexões e relações que levem a novas interpretações e explicações do fenômeno ou objeto estudado (Lüdke & André, 1986). O estudo teórico fornece “lentes de orientação geral para a investigação [...], tornando-se uma perspectiva transformadora que molda os tipos de perguntas, informa como os dados são coletados e analisados, fornecendo uma chamada para mudanças” (Creswell & Creswell, 2018, p. 108).

Apresenta uma revisão bibliográfica ao explorar recursos previamente elaborados, tais como artigos científicos, iniciando com uma leitura exploratória, seguida de uma leitura seletiva, analítica e interpretativa (Gil, 2017). As buscas foram realizadas seguindo os passos da metodologia “*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)” (Moher et al., 2009; 2015).

A busca foi conduzida no Portal de Periódicos CAPES, acessado via CAFE — Comunidade Acadêmica Federada, provido pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) para instituições federadas. Ressalta-se que foi realizada uma triagem inicial nas bases *Education Resources Information Center* — ERIC, *Scopus* e Portal de Periódicos CAPES. No entanto, observou-se uma sobreposição significativa nos resultados, levando-nos a optar por realizar a busca final exclusivamente no Portal de Periódicos CAPES. Essa escolha se justifica também pelo objetivo de realizar um panorama das publicações nacionais voltadas para o ensino de ciências, sendo o Portal de Periódicos CAPES um dos maiores acervos científicos virtuais do país (Capes, 2020).

Na biblioteca virtual, foram utilizados na busca os termos “CTS” e “ensino de ciências” na barra de pesquisa. Após realizar a primeira busca e revisar os resultados, refinamos a busca incluindo o termo “ambiente”, visando encontrar materiais que abordassem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no ensino de ciências, a partir da variação do termo “CTSA”. Portanto, realizou-se uma nova busca com os descritores “CTSA” e “ensino de ciências” e, posteriormente, pelo termo “Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente” e “ensino de ciências”. Os termos poderiam estar em qualquer campo do texto: no título, no resumo, nas palavras-chave ou no corpo dos textos encontrados.

A busca foi delimitada considerando somente os trabalhos empíricos que envolvessem métodos e técnicas de ensino de ciências ou propostas de ensino com a abordagem CTSA, revisados por pares e sem restrição de período de publicação, abrangendo assim todas as publicações disponíveis. Excluíram-se revisões de literatura, capítulos de livros, resumos expandidos, teses e dissertações, documentos oficiais, trabalhos relacionados a disciplinas distintas e publicações que apenas mencionavam ciência e tecnologia sem um foco claro na interação com a sociedade e o ambiente.

Dessa forma, chegou-se a um total de 796 artigos revisados por pares e disponíveis na íntegra para o acesso. Após a revisão, eliminamos 92 artigos duplicados, visto que alguns trabalhos estavam disponíveis em mais de uma base de dados ou revista indexada na CAPES, restando 704 artigos. A partir de leituras exploratórias descritas por Gil (2017), foi realizada a separação do material com base na relevância dos títulos e palavras-chave, o que resultou em uma redução para 289 artigos. Em seguida, foi realizada a leitura dos resumos para identificar quais trabalhos tinham como base a abordagem CTSA, o que resultou em 29 artigos (Figura 1) que continham propostas de ensino baseadas em CTSA para o ensino de ciências e que estavam coerentes com os objetivos da pesquisa.

Ressalta-se que os artigos A8 e A21 incluídos após a triagem final, são resultados de pesquisas fragmentadas, relatam essencialmente os resultados derivados de um único estudo, mas divididos em dois artigos diferentes, prática conhecida como “*salami science*” (Elstein, 1998; Paiva, 2014). No entanto, estes foram incluídos devido às informações e análises relevantes que contribuem de maneira significativa para o entendimento da abordagem CTSA, pois apesar de discutirem o mesmo estudo, abordam uma análise detalhada de diferentes partes do desenvolvimento da proposta de ensino.

Figura 1*Pesquisas que compõem o corpus de análise*

Código	Autores	Título	Ano
A1	Andrade & Carvalho	O pro-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental	2002
A2	Figueiredo, Messeder & Ramos	Explorando ciências numa ótica CTS: relato de experiência no ensino fundamental	2011
A3	Mundim & Santos	Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar	2012
A4	Pereira, Cassiani & von Linsingen	O meio ambiente e a construção de sentidos no ensino fundamental	2012
A5	Fabri & Silveira	Alfabetização científica e tecnológica nos anos iniciais a partir do tema lixo tecnológico.	2012
A6	Lyra, Oliveira & Barrio	Os três momentos pedagógicos do ensino de ciências na educação de jovens e adultos na rede pública de Goiânia, Goiás, Brasil. O caso da dengue e o enfoque CTS	2013
A7	Rui, Leonor, Leite & Amado	Uma prova de amor: o uso do cinema como proposta pedagógica para contextualizar o ensino de genética no ensino fundamental	2013
A8	Fabri & Silveira	O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos	2013
A9	Silva & Teixeira	Análise de uma sequência didática sobre alimentos, sob a perspectiva CTS, aplicada em uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública em Ibirataia–Bahia	2013
A10	Oliveira, Rodrigues & Queiroz	Álvaro de Campos, poeta e engenheiro: a utilização de poemas de Fernando Pessoa como recurso didático em aulas de ciência com enfoque CTS	2014
A11	Costa	Ensino de Bacteriologia sob uma Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) na Educação Básica	2016
A12	Morozeck & Coelho	Lixo Eletrônico “Uso e Descarte”: uma proposta de intervenção em uma Escola Pública de Vitória-ES	2016

Figura 1*Pesquisas que compõem o corpus de análise (continuação)*

Código	Autores	Título	Ano
A13	Tenreiro-Vieira & Vieira	Educação em Ciências e Matemática com Orientação CTS Promotora do Pensamento Crítico	2016
A14	Dias & Messeder	Harmonia entre a prática pedagógica de professores de ciências e a música popular brasileira: possibilidades para um ensino CTS	2017
A15	Moreira & Pedrancini	Concepções iniciais dos alunos do oitavo ano do ensino fundamental sobre a fosfoetanolamina	2017
A16	Nunes, Ferreira & Galieta	Jogo “repensando a cidade”: integração de temas socioambientais sob a perspectiva do enfoque CTS	2016
A17	Santos & Artuso	O uso do jornal em sala de aula como ferramenta para o ensino em uma perspectiva CTS—um relato de experiência	2018
A18	Almeida, Fernandes & Messeder	Fome no mundo: uma possibilidade de ensino CTS nos anos iniciais da educação básica	2019
A19	Gomes & Zanon	A educação através da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) para os anos iniciais do ensino fundamental: a terra e o universo em foco	2019
A20	Carneiro & Cavassan	As contribuições das ilhas interdisciplinares de racionalidade na relação museu-escola	2020
A21	Moreira & Pedrancini	Contribuições e limites da questão sociocientífica fosfoetanolamina nas aulas de ciências	2020
A22	Moreira, Souza, Silva & Santos	Vídeo Como Recurso Didático: Uma Intervenção Pedagógica Sobre O Uso Da Água	2020
A23	Peres & Yamaguchi	A farinha de mandioca e as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) como valorização do conhecimento tradicional no ensino de ciências	2020

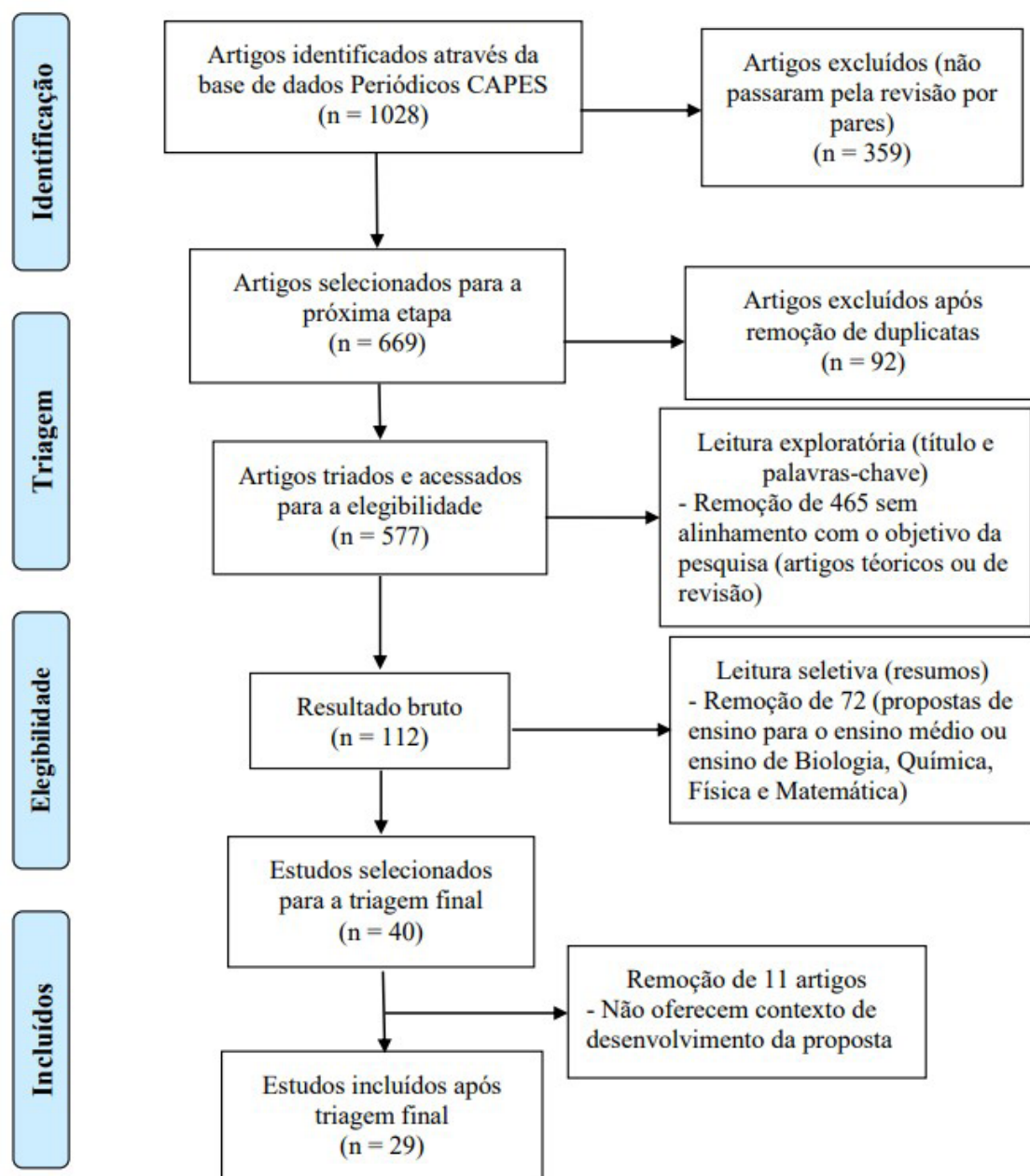
Figura 1*Pesquisas que compõem o corpus de análise (continuação)*

Código	Autores	Título	Ano
A24	Schwan & Santos	Investigação temática freireana e o enfoque CTS no ensino de ciências: currículos e práticas no Ensino Fundamental.	2020
A25	Zonta, Silveira & Martini	Contribuições formativas da abordagem CTS Sobre o tema solo nas aulas de ciências na fase 1 do ensino fundamental	2020
A26	Costa & Almeida	Ensino de ciências na educação infantil: uma proposta lúdica na abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS)	2021
A27	Maestrelli & Lorenzetti	A abordagem CTSA nos anos iniciais do ensino fundamental: contribuições para o exercício da cidadania	2021
A28	Mello & Messeder	O ensino de ciências no espaço do atendimento educacional especializado mediado por abordagem CTS	2022
A29	Rodrigues & Almeida	O Estudo de Caso de ensino “Quando eu descobri que a via láctea era uma reunião de antas”: A Educação CTS em ensino de Ciências a partir de temas regionais decoloniais	2022

Esses 29 artigos constituíram o *corpus* de análise da pesquisa e oferecem uma descrição mais detalhada do contexto de aplicação, incluindo os objetivos de aprendizagem, as questões norteadoras e/ou instruções para implementação. A Figura 2 apresenta um fluxograma que segue o modelo PRISMA (adaptado de Moher et al., 2009; 2015) e sintetiza o percurso descrito, desde a busca na biblioteca virtual até a seleção final dos artigos, escolhidos a partir de filtros e critérios de seleção, até chegar ao *corpus* da pesquisa.

Figura 2

Fluxograma PRISMA com etapas da seleção de artigos para o corpus de estudo da pesquisa



Fonte: Figura adaptada de Moher et al. (2009; 2015).

Para analisar os artigos selecionados que constituem o *corpus* de análise da pesquisa, utilizamos a Análise de Conteúdo (AC) proposta por Bardin (2011), considerando as possibilidades e/ou vantagens e dificuldades e/ou limitações apontadas pelos autores em relação ao desenvolvimento das propostas de ensino de ciências com enfoque CTSA. Após a leitura dos artigos, foram estabelecidas categorias definidas *a priori*, refinadas após a leitura flutuante, ou seja, as categorias analíticas foram definidas a partir dos objetivos e do referencial teórico.

O conjunto de artigos levantados nesta investigação passaram por uma análise descritiva, na qual foi (1) identificado e analisado, buscando (2) definição de CTSA adotada pelos autores, assim como os referenciais utilizados. Durante a leitura dos artigos, os referenciais mencionados pelos autores foram anotados e, ao final, foi feita uma lista dos referenciais que apareciam com mais frequência, o que permitiu identificar tendências teóricas e epistemológicas no campo de estudo CTSA. Após isso, realizamos a análise dos resultados buscando explorar os sentidos e significados manifestados nos resultados apontados pelos autores, discutindo (3) as possibilidades e/ou vantagens e limitações apontadas pelos artigos selecionados. É importante ressaltar que as categorias de análise adotadas neste estudo foram inspiradas nas categorias propostas por Dionor (2018).

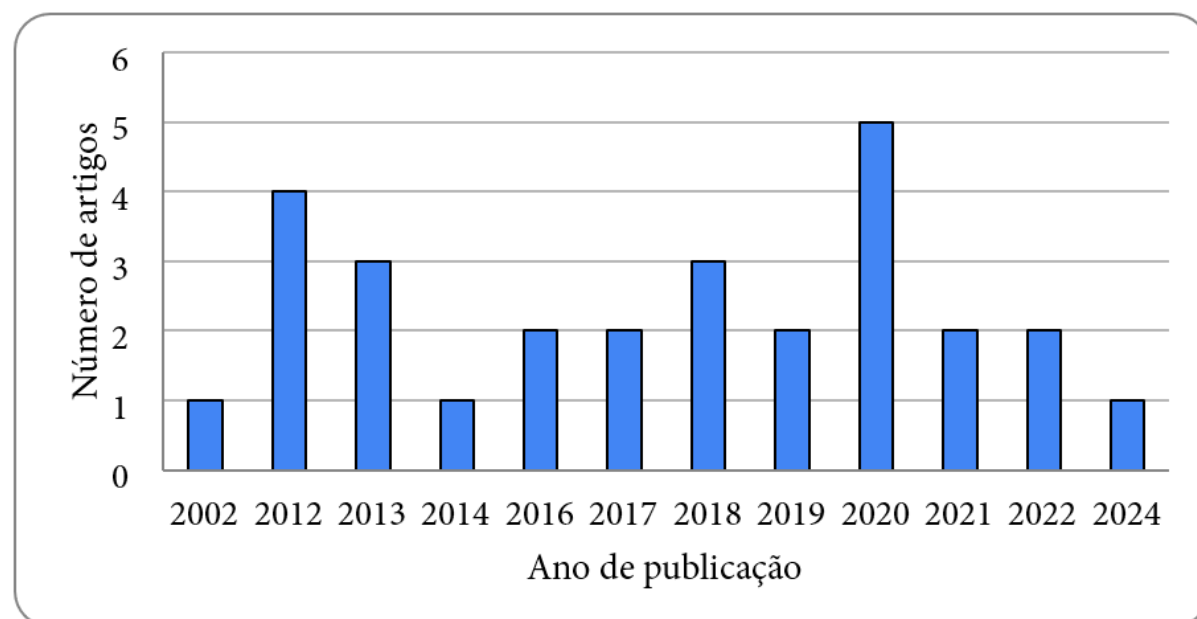
Resultados e Discussão

Esta seção está estruturada em uma descrição geral dos resultados e, em seguida, discute: (i) dificuldades e limitações baseadas em CTSA, (ii) vantagens e possibilidades advindas do ensino baseado em CTSA.

A partir desse recorte, o *corpus* da pesquisa resultou em 29 artigos, que ao analisar a distribuição quantitativa dos trabalhos, um dos resultados preliminares, percebe-se que a primeira publicação na área do ensino de ciências com enfoque CTSA foi realizada no ano de 2002, resultado semelhante às análises de Silva et al. (2022), que confirmam a data da primeira publicação. Podemos observar que há um padrão de crescimento, como demonstrado na Figura 3, onde a quantidade de artigos publicados é irregular, com flutuações significativas ao longo dos anos.

Figura 3

Número de artigos relativos à abordagem CTSA no ensino de ciências publicados por ano



O número de publicações sobressaiu no ano de 2012 para 2020, com um aumento de 5 artigos publicados no ano de 2020. Bouzon et al. (2018) evidencia que o crescimento das publicações com foco em CTSA pode ser justificada pelo fato de que, nesse período houve a realização do II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências, em Brasília, realizado em 2010, que proporcionou um espaço de encontro e troca entre pesquisadores da área, incentivando a produção acadêmica.

Observamos a ausência de artigos publicados entre os anos de 2002 e 2012, um total de dez anos sem publicações, representando uma lacuna ou ausência de publicações científicas registradas na base de dados Periódicos CAPES. Acreditamos que essa falta de artigos pode estar relacionada à ausência do tema CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no escopo da maioria das revistas científicas da época. No entanto, os anos de 2002, 2014 e 2024 contam com apenas 1 publicação cada no que se refere a propostas para o ensino de ciências baseadas em CTSA no Ensino Fundamental. Ressaltamos que, apesar das variações anuais no número há um crescimento das publicações.

Destaca-se, nesse contexto, a revisão bibliográfica de Abreu et al. (2013), que também evidenciou o aumento gradativo de publicações no ensino de ciências. Ao realizarem um mapeamento de artigos publicados no Portal de Periódicos da CAPES, Silva et al. (2022) também observaram o crescimento significativo em 2020, das publicações focadas na abordagem CTS no ensino de ciências.

Embora abordem discussões CTSA, 20 dos estudos analisados não apresentam claramente uma definição que compreenda o termo CTSA. A ausência de uma definição clara acerca do termo, em uma parcela significativa dos estudos, pode gerar uma inconsistência na interpretação das investigações neste campo, resultando em uma falta de consciência teórica nos estudos, impossibilitando a construção do arcabouço conceitual sólido e contribuindo para a polissemia existente no campo CTSA (Roso & Auler, 2016).

Entendemos que essa polissemia não se dá exclusivamente pela ausência de compreensão sobre a abordagem CTSA, mas que, de fato, não ter uma concepção clara a respeito da abordagem dificulta a realização de uma proposta efetiva. Devido a isso, considera-se um desafio desenvolver um panorama das diversas abordagens CTSA, sobretudo, apontar os parâmetros adequados para representar a abordagem, devido à falta de clareza em torno da temática (Monteiro & Araújo Sá, 2023).

Portanto, é essencial que futuros estudos que proponham abordagens no campo CTSA estabeleçam definições claras do termo para facilitar a implementação de novas propostas pedagógicas, permitindo que outros educadores e pesquisadores construam um arcabouço teórico mais robusto e coeso evitando análises superficiais e/ou equívocos nas discussões a serem realizadas.

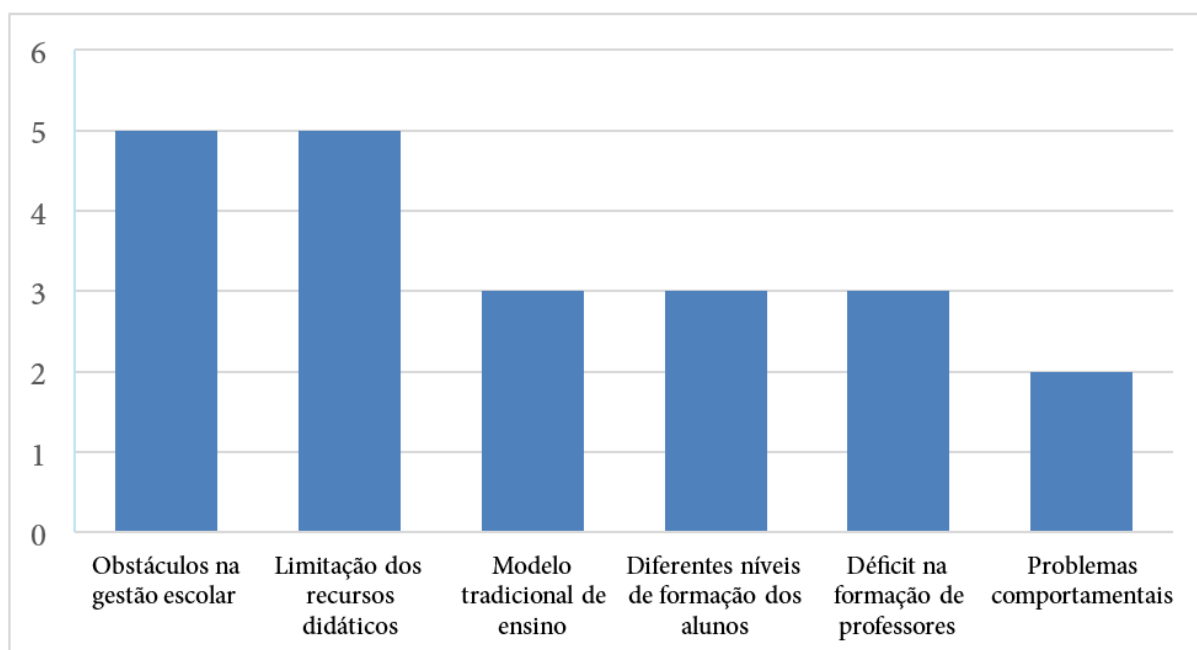
Dentre os trabalhos analisados que conceituam a abordagem CTSA observa-se uma concordância entre os autores quanto à definição, agrupados a seguir em termos que englobam essas compreensões (dimensão social da ciência e tecnologia; formação crítica e reflexiva; reconhecimento e reflexão dos aspectos científicos, éticos, sociais, políticos e econômicos; participação na tomada de decisões conscientes; construção de saberes e leitura do mundo). Esses trabalhos fundamentam-se, com maior frequência, nas obras de autores como Walter Antonio Bazzo, Roseli Pacheco Schnetzler, Wildson Luiz Pereira Dos Santos, Irlan von Linsingen, Décio Auler, Eduardo Fleury Mortimer, José Antonio López Cerezo, Leonir Lorenzetti, Demétrio Delizoicov, estes autores são frequentemente citados para embasar as reflexões no campo de estudo.

Em contraposição aos pressupostos cientificista, o propósito do CTSA é promover a alfabetização tecnocientífica, a avaliação e o posicionamento crítico, o que capacita os alunos a participarem do processo de tomada de decisões (Membiela, 2001, 2005). Esses aspectos favorecem a formação de um sujeito ativo, crítico, capaz de questionar, argumentar e exercer seu papel na sociedade (Karasek & Nobre, 2019).

Nessa perspectiva, consideramos que compreender a Ciência e a Tecnologia como um construto social impossibilita uma única definição para a educação CTSA (Chrispino, 2018). A diversidade de interpretação reflete a multiplicidade de abordagens para a temática em discussão, onde as definições evidenciam a importância de relacionar o conceito científico com as dimensões sociais, tecnológicas e ambientais, chamando a atenção para o desenvolvimento crítico do aluno. Segundo Pereira et al. (2012), em A2, a abordagem CTSA possibilita a inclusão social dos indivíduos, buscando uma formação cidadã e permitindo-lhes a participação dos processos de tomada de decisão consciente relativos à ciência e tecnologia e com base nestes autores compreende-se que apenas 9 dos trabalhos apresentam uma visão clara sobre a abordagem CTSA em sua proposta didática.

Fatores que Limitam a Abordagem CTSA nas Propostas Educacionais

Este subitem compreende publicações que apontam reflexões sobre as dificuldades e limitações enfrentadas na implementação e no desenvolvimento da abordagem CTSA. No entanto, 15 artigos não mencionam as dificuldades e limitações encontradas durante o desenvolvimento das propostas de ensino. Essa ausência pode resultar em uma compreensão limitada das estratégias pedagógicas e contribuir para a superestimação da eficácia dessas propostas. Ainda assim, realiza-se um esforço de identificar algumas problematizações que possam ser comuns, ou seja, que emergem nos diferentes artigos analisados. A seguir será apresentado na Figura 4 a distribuição da frequência (por grau de semelhança) com que as dificuldades/limitações são apontadas pelos trabalhos.

Figura 4*Distribuição das dificuldades agrupadas por grau de semelhança*

A primeira dificuldade está relacionada com “problemas comportamentais” dos alunos ao participarem das propostas educacionais (Andrade & Carvalho, 2002; Mundim & Santos, 2012), aspecto desafiador para muitos educadores na hora de criar um ambiente adequado para o processo de aprendizagem. Mundim & Santos (2012) em A3, identificaram a indisciplina como um obstáculo significativo para o desenvolvimento da proposta, onde os alunos apresentaram um comportamento pouco satisfatório em termos de disciplina, relacionando com a falta de atenção e a incapacidade de ouvir o outro. É notável que tais comportamentos trazem prejuízos ao contribuir para o atraso das atividades planejadas para o decorrer da temática, onde a indisciplina é considerada pelos professores como um dos problemas de base para o trabalho em sala de aula (Phelan & Schounour, 2009).

Andrade & Carvalho (2002), em A1, indicam uma dimensão quanto aos limites e desafios de propostas, a discussão de temas relacionados a valores e crenças. Entendemos que estes temas são na maioria das vezes novos para os professores que se opõem a um ensino de ciência tradicional, requerendo uma abordagem sensível e adequada para a sala de aula e o contexto dos alunos. Considerando que a abordagem CTSA envolve discussões desafiadoras sobre valores e crenças, sobretudo sobre ciência e tecnologia na sociedade, entende-se que tais questionamentos podem motivar resistência e indisciplina, especialmente em um ambiente onde os alunos não estão acostumados com questionamentos críticos e reflexivos. Destacamos ainda a ingenuidade de professores e alunos que partilham crenças, atitudes e valores estabelecidos e propagados socialmente sobre o conceito de Tecnologia e a Natureza da Ciência e Tecnologia, limitando o engajamento efetivo e crítico sobre a natureza política e sócio-cultural da Ciência e Tecnologia, entre outras temáticas (Silva et al., 2015).

Destaca-se também como obstáculo para um ensino com foco na abordagem CTSA a falta de tempo para planejamento, pouco tempo de aula e muito conteúdo a ser ministrado. Onde os autores (Andrade & Carvalho, 2002; Gomes & Zanon, 2019; Mundim & Santos, 2012; Nunes et al., 2018) apontam diferentes fatores limitantes no desenvolvimento das propostas, estes relacionados aos “obstáculos na gestão escolar”, mas especificamente relacionados à ausência de outros professores (substituições de aulas) e tempo para planejamento das atividades e elaboração de materiais didáticos. Mundim & Santos (2012) em A3, relataram que a ausência de professores e a necessidade frequente de substituir aulas podem implicar no desenvolvimento das abordagens pedagógicas. Segundo Nunes et al. (2018) em A16, ensino de ciências baseado na abordagem CTSA implica em uma maior profundidade dos temas escolhidos, requerendo um tempo que muitas vezes é escasso e não se mostraram suficientes para os professores. Andrade & Carvalho (2002), em A1, afirmam que o planejamento das atividades e a elaboração dos materiais didáticos demandam disponibilidade, na maioria das vezes, de tempo de trabalho de que o professor não dispõe. Como consequência, compreende-se haver a necessidade de os professores dedicarem tempo às atividades de planejamento fora de sala de aula.

Observamos que alguns artigos analisados (Moreira & Pedrancini, 2020; Peres & Yamaguchi, 2020) apontam a dificuldade de superar o “modelo tradicional de ensino” centrado em uma abordagem conceitualista, pouco crítica e reflexiva e que ainda é predominantemente aplicado. Moreira & Pedrancini (2020) em A15, relatam a predominância do ensino tecnicista de transmissão de conteúdos, onde os alunos não estão acostumados a serem instigados com perguntas problematizadoras e sim com o ensino de ciências que não promove a criticidade. Embora a atual literatura destaque diversas linhas pedagógicas e diferentes propostas para o ensino de ciências, não o bastante ainda há uma resistência em relação à mudança na forma como os conteúdos são ministrados, ou seja, as metodologias de ensino como afirma Nunes et al. (2018) em A16. A maneira como metodologia científica é desenvolvida no ensino de ciências ocasiona o distanciamento dos alunos do processo de ensino e aprendizagem, onde os alunos veem a ciências apenas como objetivo para a aplicação tecnológica, distante da associação social, econômica e política (Nascimento et al., 2010).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) relaciona as políticas educacionais atuais ao currículo de Ciências no Ensino Fundamental, propondo uma discussão sobre o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural. Em outras palavras, busca-se analisar as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Ministério da Educação, 2018).

Assim, o ensino de Ciências, conforme a BNCC, não apenas promove a aquisição de conhecimentos técnicos, mas também incentiva a formação de indivíduos capazes de questionar, propor soluções e agir de maneira ética e responsável diante dos desafios da sociedade contemporânea. As competências e habilidades estão ligadas ao desenvolvimento cognitivo do sujeito, expresso pela capacidade de estabelecer relações e mobilizar conhecimentos em situações-problema (Castro et al., 2020).

Diante do cenário de mudanças, se faz necessário o desenvolvimento de perspectivas educacionais que rompam com a cultura do ensino tradicional de ciência através da implementação de novas metodologias e reestruturação curricular. O ensino de ciências com a abordagem CTSA se destaca como potencializador dos conceitos científicos além de promover o posicionamento crítico e responsável para tomada de decisões que considerem igualmente a sociedade, o ambiente e as dimensões afetivas, atitudinais, éticas e culturais (Mello & Guazzelli, 2011).

Os recursos didáticos são ferramentas que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem e por muitas vezes proporcionam a participação ativa dos alunos ao contemplar as necessidades de aprendizagem destes. No entanto, “a limitação destes recursos” é apontada por alguns autores (Andrade & Carvalho, 2002; Santos & Artuso, 2018; Moreira & Pedrancini, 2020) como limitação para o desenvolvimento das propostas de ensino. Moreira & Pedrancini (2020) e Santos & Artuso (2018) em respectivamente A15 e A17, relataram que a carência de materiais didáticos adequados constitui uma limitação ao desenvolvimento de propostas educacionais baseadas na abordagem CTSA. Por outro lado, Almeida et al. (2019) em A18, destacam que o ensino num viés CTSA, conforme desenvolvido por eles, possibilitou o uso de outros recursos para além do livro didático, contribuindo assim, para o aprimoramento de suas práticas docentes. Dessa forma, a integração de recursos e estratégias didáticas nas abordagens educacionais possibilita um melhor desenvolvimento da abordagem CTSA e promove um ambiente educacional mais dinâmico e interativo à medida que esteja alinhado com os objetivos das aulas.

Andrade & Carvalho (2002), em A1, também afirmam a importância dos procedimentos e material didático diversificado nas aulas, sugerindo que segundo os resultados da pesquisa realizada a escolha de diferentes recursos didáticos no ensino promove discussões e reflexões que integram efetivamente as dimensões CTSA na sala de aula. A construção e validação de materiais didáticos com base na abordagem CTSA e no Pensamento Crítico revela facilitar o aprimoramento das habilidades de criticidade (Santiago, 2018; Tenreiro-Vieira & Vieira, 2011). Contudo, é fundamental que professores estejam capacitados para desenvolver a abordagem CTSA, garantindo um planejamento de aulas mais eficientes.

O uso de materiais instrucionais com foco na abordagem CTSA ainda são desafiantes e geram estranheza em muitos educadores, devido a uma formação em um paradigma tradicional e fragmentado. Neste modelo, o professor detém poder decisório quanto aos processos metodológicos e o aluno o papel de contribuinte passivo. Tal modelo se baseia no conceito bancário de ideias e conteúdos depositados nos alunos, agravado pelo desafio de gerir um número elevado de alunos por turma (Silva & Marcondes, 2015). A partir destes relatos, podemos, de certo modo, perceber a necessidade de os materiais didáticos estarem alinhados aos contextos social e tecnológico, bem como os materiais que servem de instrução para os docentes também precisam estar condizentes com os objetivos no ensino CTSA.

Os estudos analisados também destacam como limitações para as práticas desenvolvidas “os diferentes níveis de formação dos alunos” (Moreira & Pedrancini 2020; Peres & Yamaguchi, 2020). Embora tenha sido observado avanços na realização das atividades, os alunos apresentaram diferentes fases no desenvolvimento dos conceitos discutidos, o que evidencia a necessidade de considerar essas diferenças no planejamento pedagógico. No artigo de Moreira & Pedrancini (2020) em A15, as autoras afirmam que em relação aos conceitos estudados, alguns alunos se encontram no processo de internalização, com uma compreensão aprofundada, mesmo que de maneira intermediária, do desenvolvimento dos conceitos, fase em que os alunos começam a entender e utilizar os conceitos, mas ainda não de forma sistêmica. Enquanto outros alunos, apesar de terem acesso ao mesmo processo de ensino, se encontravam em estágios de formação diferentes, do tipo sincrético e complexo, formando conceitos baseados em percepções vagas e associativas, sem uma estrutura lógica clara. Cada aluno se desenvolve de maneira distinta, ou seja, o processo de aprendizagem não é uniforme, mesmo que a metodologia empregada seja a mesma para todos, e cabe aos professores empregar diferentes estratégias de ensino, proporcionando o aprendizado efetivo dos alunos (Marcondes et al., 2015).

A linguagem acessível também é apontada por Moreira & Pedrancini (2020) em A15, como uma limitação, que embora a linguagem utilizada tenha sido pensada para ser acessível aos alunos do Ensino Fundamental, alguns termos utilizados durante o levantamento de conhecimentos prévios e ao longo das aulas foram considerados inadequados para o nível de compreensão da turma. Por sua vez, o artigo de Peres & Yamaguchi (2020) em A23, aponta uma limitação ao revelar que a maioria dos alunos não conseguiram fazer a conexão entre os assuntos estudados em sala de aula e suas experiências cotidianas. Isso evidencia um distanciamento conceitual e de significado entre a teoria apresentada no conteúdo acadêmico e a prática vivida pelos alunos em suas realidades. Essa desconexão pode dificultar a compreensão e o engajamento dos estudantes, sugerindo a necessidade de adaptar os conteúdos para torná-los mais relevantes e aplicáveis à vida diária dos alunos.

Outra limitação apontada nos trabalhos (Carneiro & Cavassan, 2020; Costa & Almeida, 2021; Nunes et al., 2018) é o “déficit na formação de professores”, onde a falta de discussões/preparo, tanto na formação inicial quanto na continuada, repercute na aplicação das propostas de ensino com foco em CTSA. Relativamente a essa perspectiva, os professores se sentem pouco seguros e preparados para desenvolver os desafios existentes no ensino de ciências (Viecheneski et al., 2012) e diante todas as complexidades, é necessário pensar a formação de professores que contribua para uma formação crítico-reflexiva dos alunos (Freitas & Villani, 2002).

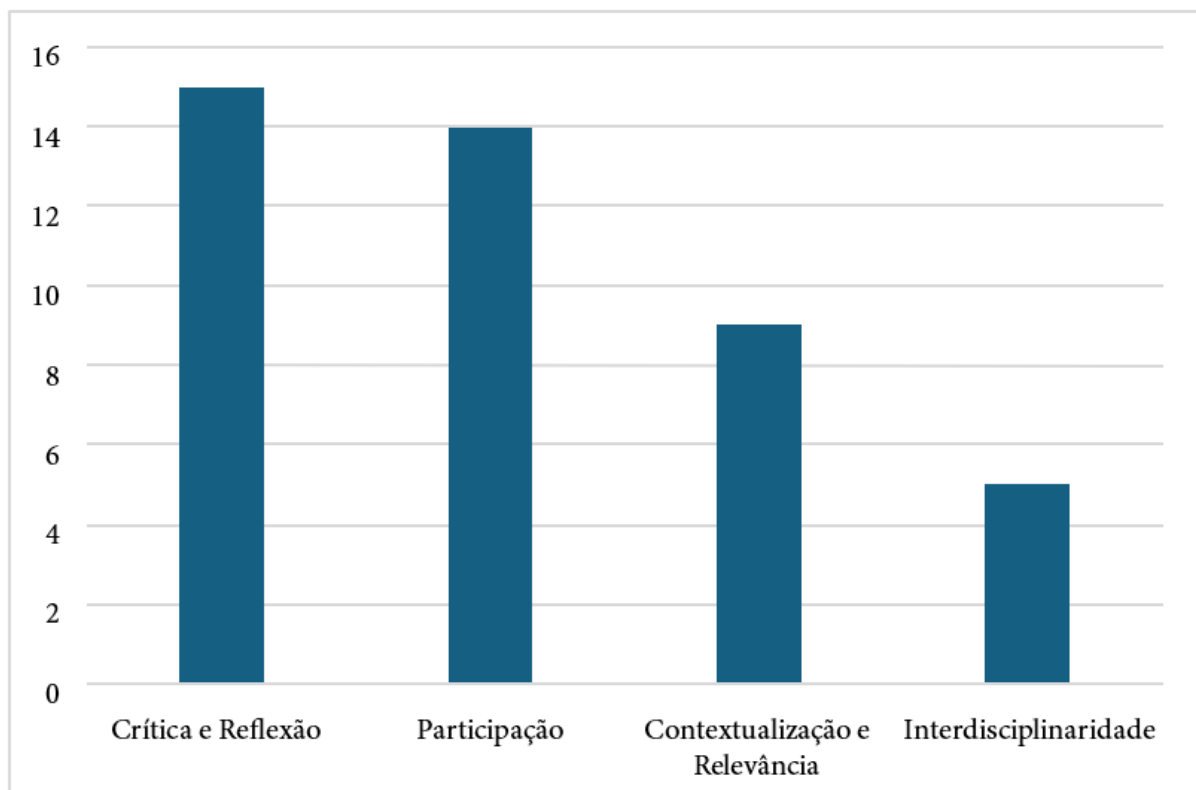
Costa & Almeida (2021), em A26, relatam a carência de conhecimentos dos professores acerca da abordagem CTSA ao desenvolverem uma abordagem interdisciplinar na escola, dificultando o desenvolvimento das atividades. Por outro lado, Nunes et al. (2018) destacam o desestímulo dos professores e o cumprimento de ordens de diretrizes que acabam por impossibilitar a adoção de práticas inovadoras, cabe salientar que estes aspectos são parte de uma estrutura curricular que por vezes a formação docente se limita perspectiva da racionalidade técnica.

Estamos de acordo com Fabri & Silveira (2013) em A8, ao afirmarem que o trabalho desenvolvido pelos professores em sala de aula está inserido na formação inicial, que lhes fornece suporte para tal, ou seja, é improvável que os professores tomem consciência da importância da interdisciplinaridade apenas quando começarem atuar nas escolas. A partir disso, percebemos que a formação dos professores continua sendo uma demanda atual, uma formação que inclua discussões que os preparem para implementar a abordagem CTSA em sala de aula.

Considerando que o ambiente escolar se constitui como lócus privilegiado para a para um agir responsável e autônomo no mundo mediante a formação que contemple a criticidade direcionada a compreensão das dimensões sociais da ciência e da tecnologia, incluindo fatores sociais, torna-se imperativo propor encaminhamentos metodológicos em sala de aula que promovam a mudança de um modelo tradicional-tecnicista. A formação tradicional, da maneira como ocorre, representa obstáculos para compreensão da ciência assim como do ensino de ciências, e terá impactos na maneira como o processo de ensino de ciências se desenvolve (Cachapuz et al., 2004). Sinalizamos para a necessidade de promover o aprofundamento de questões que reflitam a formação epistemológica dos professores, refletindo na concepção da ciência e consequentemente na maneira como o ensino de ciências é ensinado.

O Potencial da Abordagem CTSA: Vantagens e Possibilidades nas Aulas de Ciências

Apesar das dificuldades reportadas nos artigos em relação ao desenvolvimento das propostas de ensino, é importante ressaltar que o desenvolvimento da abordagem CTSA oferece uma série de possibilidades positivas. Diversos estudos selecionados apontam melhoria no desempenho de aprendizagem através da contextualização e interdisciplinaridade, visando promover a reflexão crítica e consciente da cidadania (Figura 5).

Figura 5*Principais vantagens apontadas pelos autores em relação à abordagem de ensino CTSA*

A “formação crítica e reflexiva” é apontada pela maioria dos artigos (Carneiro & Cavassan, 2020; Costa & Almeida, 2021; Dias & Messeder, 2017; Fabri & Silveira, 2012; Lyra et al., 2013; Oliveira et al., 2014; Pereira et al., 2012; Santos & Artuso, 2018; Schwan & Santos, 2020; Tenreiro-Vieira & Vieira, 2016) analisados como uma das principais vantagens do desenvolvimento da abordagem. Schwan & Santos (2020) em A24, destacam, que, a prática educativa proporcionou um significativo conhecimento advindo da temática e com isso, contribui na formação crítica e reflexiva, estimulando uma maior participação na tomada de decisões dos sujeitos envolvidos na prática, onde os estudantes puderam emergirem de uma consciência ingênua para uma concepção crítica da realidade.

Costa & Almeida (2021), em A26, observaram que surgiram princípios que alcançaram a formação crítica associando a abordagem CTSA e ludicidade, onde os alunos desenvolveram um olhar crítico para o ambiente em que vivem, nessa mesma situação os alunos foram capazes de tomar decisões, desenvolver ações e valores fundamentais para o exercício da cidadania. Semelhante a isto, Maestrelli & Lorenzetti (2021) em A27, demonstram que a abordagem CTSA representa um caminho viável para o processo de tomada de decisão e elementos que integram a base de uma formação cidadã, uma vez que os estudantes demonstraram adquirir subsídios para reconhecerem e interpretarem as dimensões sociais, políticas e éticas que abarcam a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Dessa maneira, os autores evidenciam que tais práticas desenvolvidas revelam o potencial formador da abordagem de CTSA no processo de promoção de discussões e reflexões em torno da formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade, permitindo uma visão ampla em torno dela. Certamente, esses resultados evidenciam a importância de educar para a cidadania, pois ao priorizar a crítica e a reflexão, a abordagem CTSA busca formar indivíduos capazes de pensar de maneira holística e agir de forma responsável em relação às questões complexas que envolvem ciência e sociedade (Décio & Bazzo, 2001; Freitas & Ghedin, 2015).

A participação dos alunos por meio da “argumentação e do diálogo” emerge como um resultado significativo apontado nas propostas de ensino, que possibilita aos alunos participarem ativamente do processo de construção do conhecimento. Segundo os artigos analisados (Costa & Almeida, 2021; Dias & Mensseder, 2017; Lyra et al., 2013; Moreira & Pedrancini, 2020; Moreira et al., 2020; Mundim & Santos, 2012; Silva & Teixeira, 2013) a participação e atuação no desenvolvimento das atividades por parte dos estudantes promove uma aprendizagem mais significativa. Gomes & Zanon (2019), em A19, analisaram as implicações do planejamento e da execução de uma proposta de ensino na abordagem CTSA e constataram que, durante as atividades, os alunos manifestaram-se motivados e curiosos para aprender. Atrelado à atuação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem, consideramos a motivação dos estudantes e o entusiasmo no ensino como fatores essenciais para promover uma formação que possibilite a participação dos sujeitos.

Em relação à participação dos alunos, é importante destacar o fortalecimento do diálogo, em conformidade com as descobertas de Lyra et al. (2013) e Maestrelli & Lorenzetti (2021) em respectivamente A6 e A27. Estes estudos sugerem que a abordagem CTSA possui grande potencial para a participação dos alunos permitindo melhores condições para experimentar, debater e discutir temáticas que conduzem a relações de confiança. Costa & Almeida (2021) e Mello & Messeder (2022) nos artigos A26 e A28, reconhecem que a interação entre professor-aluno é fundamental em todos os níveis de ensino, tendo em vista que propicia a participação ativa do educando e não apenas perpetuando um processo monótono.

A mudança de comportamento dos alunos durante o desenvolvimento das atividades é destacada pelos estudos de Almeida et al. (2019), Carneiro & Cavassan (2020) e Costa (2016), nessa ordem os artigos A18, A20 e A11. Esses estudos evidenciam que os alunos passaram a demonstrar uma participação mais atenciosa e colaborativa ao longo de todo o processo. Diante disso, acreditamos que a aprendizagem deve ser direcionada para a participação, pois é por meio da aprendizagem que ocorre o processo de busca de respostas, baseada na integração entre o aprendizado e a participação ativa dos alunos em processos sociais e decisórios (Auler, 2007).

Outros estudos, por sua vez, destacam a “aprendizagem contextualizada” como possibilidades positivas advindas do CTSA, para utilizar a contextualização do ensino, tornando-o mais atrativo e dinâmico para os alunos (Carneiro & Cavassan, 2020; Mello

& Messeder, 2022; Peres & Yamaguchi, 2020; Rodrigues & Almeida, 2022, Schwan & Santos, 2020, Zonta et al., 2020). Coletivamente, estes resultados apoiam os objetivos do CTSA, que consiste em potencializar a abordagem de conceitos e fenômenos científicos socialmente relevantes, tornando o ensino de ciências mais significativo para os alunos, superando as barreiras e complementando as lacunas deixadas pelo ensino tradicional (Santos & Mortimer, 2002).

A contextualização no ensino vem sendo defendida como forma de proporcionar educação cívica aos alunos, ao mesmo tempo, em que se engajam em uma aprendizagem significativa sobre o conhecimento científico; essa contextualização pode ser entendida como um caminho para o ensino de conceitos científicos, neste caso a inserção hipotética de conteúdos relevantes para facilitar a aprendizagem ou motivar os alunos em ciências (Marcondes et al., 2009).

Segundo Mundim & Santos (2012) em A3, a criatividade dos alunos na compreensão do conteúdo científico ao relacionarem as situações do cotidiano e conteúdo científico, e vice-versa, possibilitou que os alunos aplicassem os conceitos estudados em seu contexto social, assim, percebe-se, nesse estudo, a importância de temas ligados de alguma forma ao cotidiano dos alunos. A aproximação da linguagem científica pode contribuir para a formação ao tornar o ensino mais atrativo e próximo do cotidiano (Ferreira & Queiroz, 2012) quando os conteúdos e a linguagem são apresentados de forma acessível pode aumentar a participação no processo de ensino bem como a busca de novos conhecimentos relacionados à temática discutida em sala.

Após as intervenções realizadas por Peres & Yamaguchi (2020) em A23, os autores verificaram que os alunos passaram a ter uma compreensão mais clara e significativa dos conceitos teóricos e práticos apresentados durante as atividades. Esse avanço foi atribuído à abordagem pedagógica adotada, caracterizada por um ensino fundamentado no diálogo e nas dinâmicas, onde os alunos adquiriram uma visão mais ampla e integrada da ciência. Neste aspecto, observamos a insuficiência do modelo tradicional para promover habilidades de pensamento crítico entre os alunos, assim, uma educação problematizadora que relacione os conteúdos com a realidade dos alunos e valorize a abordagem CTSA surge como forma de superar as limitações do ensino tradicional existentes nas ementas curriculares (Roso & Auler, 2016).

Alguns dos estudos analisados enfatizam que a “interdisciplinaridade” possibilita que o processo de ensino e aprendizagem supere a visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento (Costa & Almeida, 2021; Mello & Messeder, 2022; Moreira et al., 2020; Rodrigues & Almeida, 2022). Diante disso, reconhecemos a importância de se trabalhar a interdisciplinaridade como forma de proporcionar aos alunos a formação sólida e integrada. Pensar o ensino de ciências articulado ao CTSA requer um olhar interdisciplinar para uma compreensão crítica da realidade estudada, posicionando-se frente à educação e ao mundo real, nos seus mais diversos aspectos.

Os currículos na perspectiva da abordagem CTSA, quando desenvolvidos de forma interdisciplinar são mais eficazes e fáceis de implementar, pois ao invés de serem organizados em torno de disciplinas isoladas (como ciência, matemática ou história), são

estruturados em torno de temas sociais relevantes, facilitando a integração de diferentes áreas do conhecimento e tornando a implementação do currículo CTSA mais fluida e eficiente (Rodríguez & Del Pino, 2017).

Essa perspectiva é também defendida por Moreira et al. (2020) em A22, ao realizarem uma proposta de intervenção interdisciplinar contemplando os componentes curriculares de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências e Arte. Os autores relatam que a proposta de intervenção pedagógica sob a ótica da abordagem CTSA oportunizou o trabalho de forma interdisciplinar, evitando a fragmentação dos conhecimentos, e possibilitou a realização do fazer pedagógico a partir da exploração de temas cotidianos.

Apesar das modificações nos últimos anos no curso de formação de professores, a disciplinaridade e fragmentação permanecem predominantes nos currículos. Um dos desafios enfrentados no contexto educacional brasileiro é a formação disciplinar focada em disciplinas específicas, ou seja, os professores são formados para ensinar o conteúdo focados em uma única área de conhecimento, que se torna incompatível como o desenvolvimento da abordagem ao demandar do professor uma visão ampliada para além da disciplina que leciona (Auler & Delizoicov, 1999; Fazenda, 2002; Roso & Auler, 2016). Diante disso, a formação de professores, principalmente de ciências, necessita de discussões que explicitem o caráter da interdisciplinaridade, evitando o reducionismo técnico das disciplinas, sobretudo nas práticas fundamentadas no CTSA.

Considerações da Pesquisa

A pesquisa investigou a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no ensino de ciências do Ensino Fundamental, destacando aspectos cruciais para compreender os contextos formativos da abordagem. Este estudo apresenta como contribuições para as pesquisas em ensino de Ciências as principais características que norteiam o CTSA no Ensino Fundamental, ao ampliar o entendimento sobre o papel social do ensino de ciências, incentivando uma abordagem mais crítica e contextualizada, estimulando-os a tomar decisões conscientes e participar ativamente em questões sociais, tecnológicas e ambientais.

Embora o ensino de ciências com foco na abordagem CTSA seja consolidado teoricamente, observa-se na prática dificuldades e limitações para aplicação dessa abordagem, onde as descobertas sugerem estratégias para melhoria de desenvolvimento das intervenções nos aspectos relacionados à implementação de estratégias de ensino, como a adaptação do conteúdo ao nível de conhecimento dos alunos, metodologias que os envolve de maneira ativa no processo de construção do conhecimento, reduzindo a indisciplina e as dificuldades na compreensão do conteúdo.

Dessa forma, destacamos a relevância de discussões no campo CTSA nos cursos de formação de professores, objetivando o preparo e contato com propostas alinhadas aos fundamentos no CTSA, de modo a compreender a aplicação e propor estratégias consolidadas em suas aulas em diversos contextos incentivando o desenvolvimento de pensamento crítico dos alunos.

No contexto brasileiro, a abordagem CTSA pode se tornar uma ferramenta estratégica para alinhar a educação científica às necessidades sociais, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e atuantes na transformação da sociedade. Este ensino ocorre de forma contextualizada ao integrar conhecimento científico com questões sociais, tecnológicas e ambientais com a problematização de situações do cotidiano; estimula o pensamento crítico, a reflexão ética e a capacidade de tomada de decisões através do diálogo e participação ativa dos alunos. Por tanto, a adoção da abordagem CTSA no ensino de ciências pode contribuir significativamente para uma educação mais relevante, interdisciplinar e orientada para a resolução de problemas, alinhada às necessidades e demandas da sociedade atual.

A pesquisa apresenta algumas limitações que devem ser consideradas ao interpretar os resultados e suas implicações para o campo de estudo. Por exemplo, a revisão apresenta contextos e contextos variados, o que pode afetar a comparabilidade dos resultados e, por consequência, a generalização das implicações para outros cenários educacionais.

Além disso o contexto das propostas investigadas que sinalizam desafios significativos para o desenvolvimento das propostas educacionais, que notavelmente, mais da metade dos estudos não menciona explicitamente dificuldades encontradas durante o desenvolvimento das atividades realizadas. Acredita-se que muitos professores desconhecem a temática, e a ausência de relatos sobre essas limitações pode contribuir para incertezas e hesitações no desenvolvimento de novas propostas de ensino.

Outra limitação importante refere-se ao escopo da busca, que foi realizada exclusivamente no Portal de Periódicos CAPES. Embora essa escolha tenha garantida a inclusão de artigos revisados por pares e de alta qualidade, ela também pode ter restrição à cobertura da literatura, uma vez que muitos estudos relevantes podem ter sido publicados em outras bases de dados ou em formatos alternativos, como livros, capítulos de livros, dissertações e teses que também abordam propostas educacionais em contextos específicos. A exclusão desses trabalhos pode ter limitada a profundidade da revisão, consequentemente, a compreensão das práticas e desafios mais atuais relacionados à implementação do CTSA no ensino de ciências.

A pesquisa destaca a relevância de mapear as propostas de ensino de ciências com base na abordagem CTSA, apontando estratégias para superar os atravessamentos e consolidar uma base teórica e prática mais robustas. Para estudos futuros, destacamos ser fundamental desenvolver diretrizes específicas para a implementação do CTSA, considerando o desenvolvimento de materiais didáticos e recursos de apoio que ajudarão os professores a aplicar essa abordagem de maneira mais eficaz.

As descobertas indicam caminhos possíveis para o contexto educacional, a formação de professores e o desenvolvimento de novas práticas adotadas ou aprimoradas na Educação Básica. Além disso, recomenda-se que novas investigações procurem estabelecer uma definição mais uniforme e clara da abordagem CTSA, permitindo a construção de um arcabouço teórico robusto e mais aplicável na prática pedagógica. Por

fim, esperamos que este estudo desperte inquietações que possam ampliar o debate sobre o papel atual do ensino de ciências ao promover transformações positivas no contexto formativo e na formação cidadã dos alunos desde as séries iniciais.

Referências

- Andrade, E. C. P., & Carvalho, L. M. (2002). O pro-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental. *Ciência & Educação (Bauru)*, 8(2), 167–185. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000200003>
- Auler, D. (2007). Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências. *Revista Texto e Educação*, 22(77), 167–188. <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1089>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bouzon, J. D., Brandão, J. B., Santos, T. C., & Chrispino, A. (2018). O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. *Química Nova na Escola*, 40(3), 214–225. <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160126>
- Castro, G. A. M., Santo, C. F. A. E., Barata, R. C., & Almouloud, S. A. (2020). Desafios para o professor de ciências e matemática revelados pelo estudo da BNCC do ensino médio. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 15(2), 1–31. <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e73147>
- Chrispino, Á. (2018). Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 16(2), 1070–1071.
- Creswell, J., & Creswell, D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage.
- Décio, A., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>
- Dionor, G. A. (2018). *Propostas de ensino baseado em questões sociocientíficas: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na educação básica* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia). Repositório Institucional da UFBA. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/25700>
- Elstein A. S., Cadmus, C., Pitkin, R., Mundy, D., & McDowell, C. (1998). Salami science: Are we still allowing it. *CBE VIEWS*, 21(6), 200.
- Fazenda, I. C. A. (2002). *Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia*. Loyola.

- Fernandes, I. M. B., Pires, D. M., & Delgado-Iglesias, J. (2018). Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 875–890. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040005>
- Ferreira, L. N. A., & Queiroz, S. L. (2012). Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: Uma Revisão. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 3–31. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37695/>
- Ferri, J., Freitas, C. C. G., & Rosa, S. S. (2018). A temática CTS na educação tecnológica. *Tecnologia e Sociedade*, 14(33), 270–288. <https://doi.org/10.3895/rts.v14n33.6729>
- Freitas, L. M., & Ghedin, E. (2015). Pesquisas sobre Estado da Arte em CTS: Análise Comparativa com a Produção em Periódicos Nacionais. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 8(3), 3–25. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n3p3>
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.
- Hansen, T. R., Marsango, D., & Santos, R. A. (2021). A presença da não neutralidade da ciência-tecnologia em literatura sobre a educação básica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(2), 238–254. <https://doi.org/10.14483/23464712.15823>
- Karasek, J., & Nobre, S. B. (2019). O ensino da biologia celular na perspectiva da abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). *Pesquisa em Foco*, 24(2), 15–24. <https://doi.org/10.14483/23464712.15823>
- Koepsel, R. (2003). *CTS no Ensino Médio: Aproximando escola e sociedade* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina). Repositório Institucional UFSC. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84764>
- Linsingen, I. V. (2007). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Revista Ciência & Ensino*, 1(spe), 1–19.
- López, J. L. L., & Cerezo, J. A. L. (1996). Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In M. I. G. García, J. A. L. Cerezo, & J. L. L. López (Org.), *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Editorial Tecnos S. A.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. Pedagógica e Universitária.
- Marcondes, F. K., Moura, M. J., Sanches, A., Costa, R., Lima, P. O., Groppo, F. C., Amaral, M. E., Zeni, P., Gavião, K. C., & Montezor, L. H. (2015). A puzzle used to teach the cardiac cycle. *Advances in Physiology Education*, 39(1) 27–31. <https://doi.org/10.1152/advan.00116.2014>

- Marcondes, M. E. R., do Carmo, M. P., Suart, R. C., da Silva, E. L., Souza, F. L., Santos Jr, J. B., & Akahoshi, L. H. (2009). Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 281–298. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/359/226>
- Mello, L., & Guazzelli, I. (2011). A alfabetização científica e tecnológica e a educação para a saúde em ambiente não escolar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 4(1), 22–41. <https://doi.org/10.3895/S1982-873X2011000100002>
- Membiela, P. (2005). Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza científica. *Educación Química*, 16(3), 404–409. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.3.66103>
- Membiela, P. (2001). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-TecnologíaSociedad*. Narcea. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.3.66103>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Gherzi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & Grupo PRISMA-P. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015. *Systematic Reviews*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Grupo PRISMA. (200) Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Monteiro, I. G. S., & Sá, R. A. (2023). Inserção da abordagem CTSA no curso de química/licenciatura e na escola de educação básica em Caruaru-PE. *International Journal Education and Teaching (PDVL)*, 6(3), 81–98.
- Moraes, J. U. P., & Araújo, M. S. T. (2012). *O ensino de Física e o enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã*. Editora Livraria da Física.
- Nascimento, F., Fernandes, H., & Mendonça, V. (2010). O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, 10(39), 225–249. <https://doi.org/10.20396/rho.v10i39.8639728>
- Paiva, E. D. (2014). Jogo dos sete erros no processo de submissão de artigos científicos (Parte 2): o fenômeno ‘salami science’. *Online Brazilian Journal of Nursing*, 13(2), 125–128. <https://www.objnursing.uff.br/index.php/nursing/article/view/4727>
- Palacios, E. M. G., Galbarte, J. C. G., & Bazzo, W. (2003). *Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)*. Organização dos Estados Ibero-americanos Para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI).
- Phelan, T. W., & Schounour, S. J. (2009). 1, 2, 3 – *Mágica para professores – disciplina efetiva em sala de aula*. Artmed.

Pinheiro, N. A. M. (2005). *Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio CientíficoTecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático* (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina). Repositório Institucional da UFSC. <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101921>

CAPES. (2020). *Portal de Periódicos CAPES*. <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/sobre/quem-somos.html>

Rodríguez, A. S. M., & Del Pino, J. C. (2019). O enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(2), 90–119. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p90>

Roso, C. C., & Auler, D. (2016). A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. *Ciência & Educação*, 22(2), 371–389. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160020007>

Santos, M. E. V. M. (2005). Cidadania, Conhecimento, Ciência e Educação CTS. Rumo a novas dimensões epistemológicas. *Revista Ibero-americana de Ciência, Tecnologia e Sociedade CTS*, 2(6), 137–157. <https://www.redalyc.org/pdf/924/92420606.pdf>

Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1–23. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>

Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em Química – compromisso com a cidadania*. Ijuí.

Silva, A. F., Ferreira, J. H., & Viera, C. A. (2017). O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. *Revista Exitus*, 7(2), 283304. <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2017v7n2id314>

Silva, B. F. P. P., Vargas, V. B., Cansan, T. C. S., & Oliveira, E. C. (2022). Science teaching with a CTS focus in the final years of elementary school: a literature review (2000–2021). *Research, Society and Development*, 11(7), e10611729741. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.29741>

Silva, E. L., & Marcondes, M. E. R. (2015). Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, 21(1), 65–83. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010005>

Silva, M. A. F. B., Melo, T. B., Bock, B. S., & Chrispino, A. (2015). A contribuição da construção social da tecnologia para a abordagem CTS: desafios a partir dos resultados PIERACTS. *Revista Interacções*, 11(34), 201–221. <https://doi.org/10.25755/int.6930>

Strieder, R. B. (2008). *Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação* (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo). Repositório Institucional USP. <https://doi.org/10.11606/D.81.2008.tde-01072013-135158>

Strieder, R. B., & Kawamura, M. R. D. (2017). Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 10(1), 27–56. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>

Viecheneski, J. P., Lorenzetti, L., & Carletto, M. R. (2012). Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Atos de Pesquisa em Educação - PPGE/ME*, 7(3), 853–876. <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/3470>



Izabele Gomes

Universidade Federal da Bahia
Salvador, Bahia, Brasil
izabele.gomes.31@gmail.com



Fabiana R. G. e Silva Hussein

Universidade Federal da Bahia
Salvador, Bahia, Brasil
fabianah@ufba.br

Editora Responsável: Aline Andréia Nicolli

Revisado por: Luana Caiafa

Periódico financiado pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências — ABRAPEC



Manifestação de Atenção às Boas Práticas Científicas e Isenção de Interesse e de Responsabilidade

Os autores declaram ser responsáveis pelo zelo aos procedimentos éticos previstos em lei, não haver qualquer interesse concorrente ou pessoais que possam influenciar o trabalho relatado no texto e assumem a responsabilidade pelo conteúdo e originalidade integral ou parcial.

Copyright (c) 2025 Izabele Gomes, Fabiana R. G. e Silva Hussein



Este texto é licenciado pela **Creative Commons BY 4.0 License**

Você tem o direito de Compartilhar (copiar e redistribuir o material em qualquer meio ou formato) e Adaptar (remixar, transformar e construir sobre o material para qualquer finalidade mesmo comercialmente) sob os seguintes termos de licença:

Atribuição: você deve dar os devidos créditos, fornecer um link para a licença e indicar se foram feitas alterações. Pode fazê-lo de qualquer maneira desde que fique claro que o licenciante não endossa você ou seu uso.

ShareAlike: se você remixar, transformar ou construir sobre o material, deve distribuir suas contribuições sob a mesma licença do original.
