

Educação CTS no Brasil vista por redes: como evoluíram as referências do campo?

STS Education in Brazil Through Network Analysis: How Have Field
References Evolved?

Thiago Brañas de Melo¹

Thaís Moraes Felipe²

Sergio Luis Pita dos Santos³

Cassiano de Oliveira Amorim⁴

Bárbara Mulè Gonçalves⁵

Alvaro Chrispino⁶

Resumo

O potencial da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em articular ciência, cidadania e justiça social na Educação vem reverberando no crescimento da produção científica na área em âmbito nacional. Nesse sentido, este estudo apresenta um mapeamento dos principais referenciais teóricos, autores e conexões acadêmicas presentes em artigos publicados na Educação CTS brasileira de 1998 a 2024. Por meio da técnica de Análise de Redes Sociais e das medidas de centralidade de grau de entrada e de autovetor, foram avaliados 702 artigos, estabelecendo-se uma rede de citações e de cocitações. A análise da rede de citações revelou que os autores das referências de destaque são, em sua maioria, brasileiros e do sexo masculino. Além disso, um terço das publicações mais citadas também figuraram em um estudo de mapeamento anterior realizado até o ano de 2010, evidenciando a consolidação desses trabalhos como pilares teóricos do campo CTS brasileiro ao longo dos anos. A rede de cocitações, por sua vez, indicou os temas mais debatidos e estruturantes das pesquisas publicadas no contexto nacional, sendo eles: alfabetização científica e tecnológica, cidadania e responsabilidade social e educação crítica e emancipatória.

Palavras chave: CTS; educação CTS; redes de citações; análise de redes sociais.

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | thiago.melo@cefet-rj.br

² Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | thaís.felipe@aluno.cefet-rj.br

³ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | sergio.pita@aluno.cefet-rj.br

⁴ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | cassiano.amorim@aluno.cefet-rj.br

⁵ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | barbara.goncalves@aluno.cefet-rj.br

⁶ Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca | alvarochrispino@gmail.com

Abstract

The potential of the STS (Science-Technology-Society) approach in articulating science, citizenship and social justice in Education has been reverberating in the growth of scientific production in the area at a national level. In this sense, this study presents a mapping of the main theoretical frameworks, authors and academic connections present in articles published in Brazilian CTS Education from 1998 to 2024. Through the Social Network Analysis technique and the in-degree and eigenvector centrality measures, 702 articles were evaluated, establishing a network of citations and co-citations. The analysis of the citation network revealed that the authors of the prominent references are, for the most part, Brazilian and male. Furthermore, one third of the most cited publications also figured in a previous mapping study carried out up to the year 2010, showing the consolidation of these works as theoretical pillars of the Brazilian CTS field over the years. The co-citation network, in turn, indicated the most debated and structuring themes of the researches published in the national context, being them: scientific and technological literacy, citizenship and social responsibility and critical and emancipatory education.

Keywords: STS; STS education; citation network; social network analysis.

Introdução

A consolidação do campo Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), enquanto perspectiva teórica, metodológica e política, representa uma transformação significativa na compreensão da natureza da ciência, de sua produção e circulação. A área CTS constitui uma resposta crítica à concepção tradicional da ciência e da tecnologia, historicamente entendidas como neutras, objetivas e desvinculadas das dinâmicas sociais, políticas e culturais (Santos; Mortimer, 2000).

Para Cutcliffe (2003):

A missão central do campo CTS até o momento tem sido expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social. Sob essa perspectiva, a ciência e a tecnologia são vistas como projetos complexos nos quais os valores culturais, políticos e econômicos nos ajudam a configurar os processos tecnocientíficos, os quais, por sua vez, afetam esses mesmos valores e a sociedade que os sustenta (p. 18).

Essa perspectiva ganhou força no contexto de intensos movimentos sociais e debates acadêmicos que questionavam os impactos sociais da tecnociência e os aspectos eurocêntricos dos processos de legitimação científica. Adota-se, por isso, o entendimento de CTS como campo social e científico, conforme Bourdieu (2004). Além disso, trata-se da Educação CTS como um subcampo das pesquisas em ensino de ciências e matemática, que foi diretamente influenciado pelas perspectivas construídas pelo campo CTS (Ribeiro; Genovese, 2025).

Auler e Bazzo (2001) afirmam que o campo CTS propõe a transição de decisões tecnocráticas para decisões mais democráticas, remodelando a relação entre ciência e sociedade. Nesse sentido, CTS propõe a integração dos saberes científicos às dimensões éticas, políticas e sociais do mundo contemporâneo e a compreensão da produção do conhecimento científico como prática histórica, cultural e política, marcada por disputas, valores e implicações sociais. Tal proposta alinha-se aos desafios do século XXI, marcados por

crises climáticas, disputas epistêmicas e pela urgência de uma educação científica comprometida com a formação de sujeitos críticos, reflexivos e socialmente engajados (Moura, 2021).

Para Auler e Bazzo (2001, p. 12), “[...] além de conhecimentos/informações, necessários para uma participação mais qualificada da sociedade, necessitamos, também, iniciar a construção de uma cultura da participação”. Em países como o Brasil, caracterizado por profundas desigualdades estruturais e por uma rica diversidade cultural, o campo CTS tem se mostrado potente ao articular ciência, cidadania e justiça social no contexto educativo.

O avanço dessa perspectiva no cenário acadêmico brasileiro tem se materializado não apenas no crescimento da produção científica vinculada à área, mas também na constituição de uma rede intelectual cada vez mais articulada, composta por autores, instituições, periódicos e conceitos que sustentam os pilares epistemológicos do campo. Partindo desse horizonte, o presente artigo propõe uma atualização do estudo realizado por Chrispino et al. (2013) com o objetivo de mapear os principais referenciais teóricos, autores e conexões acadêmicas que vêm moldando a produção científica na Educação CTS brasileira nas últimas décadas.

Diante disso, a expansão do campo evidencia a necessidade de atualização das análises que examinam suas dinâmicas. Para tanto, foi elaborada uma nova base de dados, com a atualização do corpus original por meio da coleta de artigos publicados em periódicos brasileiros entre os anos de 1998 e 2024. Nesse cenário, a análise das redes de citações, baseada na Análise de Redes Sociais (ARS), configura-se como uma ferramenta metodológica bastante relevante para mapear tendências, identificar influências teóricas e compreender como o conhecimento circula e se estrutura em determinadas áreas (Moraes; Furtado; Tomaél, 2015).

A análise foi conduzida por meio do software Gephi®, utilizado para a construção e visualização de redes de citações, com base em duas métricas fundamentais: a centralidade do grau de entrada (*in-degree centrality*), que permite identificar os autores mais citados na rede, e a centralidade do autovetor (*eigenvector centrality*), que avalia a influência relativa dos autores com base em suas conexões com outros autores também relevantes.

Buscamos, assim, compreender quais obras e autores ocupam atualmente posições centrais na Educação CTS brasileira, como ocorrem as articulações teóricas predominantes e em que medida há continuidades, tensões ou inflexões em relação ao cenário descrito na década anterior. Este estudo, portanto, contribui não apenas para uma reflexão crítica sobre os rumos da produção atual, mas também para uma compreensão mais ampla da circulação do conhecimento científico no contexto educacional e sociotécnico nas últimas décadas.

Como afirma Jasanoff (2004), o conhecimento é coproduzido, ou seja, é constituído por interações com as ordens sociais, políticas e culturais nas quais se insere, refletindo e moldando essas mesmas estruturas. Revisitar as referências que moldam um campo, portanto, é também um exercício de autocompreensão e reinvenção política. Em um mundo atravessado por crises múltiplas e por disputas em torno da legitimidade da ciência, compreender a estrutura de uma rede de citações é também compreender os contornos epistêmicos de uma comunidade e os caminhos pelos quais a ciência se engaja com os desafios do tempo presente.

O campo CTS no Brasil e na Educação

O campo CTS emerge como uma resposta crítica aos modelos tradicionais de compreensão da ciência e da tecnologia, fortemente influenciados por uma visão positivista, tecnicista e eurocêntrica. Inicialmente impulsionado por debates provenientes da filosofia, história e sociologia da ciência, CTS buscou problematizar a suposta neutralidade, objetividade e autonomia do conhecimento científico, evidenciando seus entrelaçamentos com interesses sociais, políticos, econômicos e culturais (Cutcliffe, 2003; Santos; Mortimer, 2000).

A crítica ao cientificismo, como apontam Santos e Mortimer (2000), está associada à predominância de um modelo curricular excessivamente técnico, linear e inadequado aos desafios contemporâneos da educação em ciências. O currículo deve ser ressignificado a partir de uma perspectiva integradora e sensível às dimensões sociais da ciência. Consolidou-se, assim, uma abordagem que compreende ciência e tecnologia como construções sociais, historicamente situadas e imersas em disputas políticas, culturais e epistêmicas.

CTS, portanto, é um campo marcado por heterogeneidades, fazendo com que coexistam diferentes correntes analíticas, como os estudos empíricos de laboratório, os estudos sobre tecnociência, as abordagens críticas e pós-coloniais (Felt et al., 2017; Jasanoff et al., 1995), bem como os movimentos voltados para a Educação CTS. Essa diversidade o caracteriza como um campo interdisciplinar e em constante disputa, cujas fronteiras são continuamente renegociadas. Auler (2003) argumenta que os temas abordados nessa perspectiva demandam articulações interdisciplinares, funcionando como pontos de convergência entre diferentes áreas do saber, inclusive saberes que extrapolam o escopo tradicional das ciências naturais. Com isso, é possível construir visões menos fragmentadas e mais integradas da realidade.

No Brasil, o campo foi apropriado e ressignificado com ênfase em suas potencialidades pedagógicas e políticas. A partir da década de 1990, pesquisadores brasileiros passaram a utilizar os aportes teóricos de CTS não apenas para descrever a ciência, mas para problematizar seus usos, seus efeitos sociais e suas implicações educativas. Nesse processo, formou-se uma comunidade científica que passou a sistematizar referenciais teóricos, metodológicos e ético-políticos próprios, inserindo CTS no debate educacional, especialmente no ensino de ciências e matemática e na formação de professores (Auler; Delizoicov, 2001; Chrispino et al., 2013).

Essa proposta adquire mais relevância diante do contexto brasileiro, marcado por assimetrias educacionais históricas e profundas dificuldades sociais, fatores que desafiam as abordagens universalistas da ciência. A Educação CTS, nesse sentido, contribui para uma compreensão mais complexa da ciência, não como um conjunto de verdades absolutas, mas como prática socialmente situada, atravessada por valores e interesses.

Com base nesse avanço teórico e nas experiências acumuladas por pesquisadores do campo, é possível perceber que a Educação CTS brasileira tem se caracterizado como uma rede intelectual que articula múltiplas dimensões. No ensino de ciências e matemática, esse movimento se concretiza de diferentes formas: desde a inclusão de temas sociocientíficos nas práticas pedagógicas até o uso de metodologias investigativas e interdisciplinares que mobilizam problemas reais do cotidiano dos estudantes. Desse modo, a Educação CTS contribui decisivamente para o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, a argumentação, a tomada de decisões informadas e a construção de uma consciência ética e ambiental, aspectos centrais para a formação cidadã no século XXI.

Considerando que o presente trabalho propõe uma ampliação e atualização da análise realizada por Chrispino et al. (2013), torna-se pertinente retomar brevemente os principais resultados nesta investigação, a fim de contextualizar o leitor quanto ao ponto de partida desta pesquisa. Os autores examinaram 88 artigos publicados em 22 periódicos nacionais, identificando os 13 trabalhos mais frequentemente citados à época, considerados referências fundamentais para a consolidação do campo CTS no Brasil. Dentre os autores desses trabalhos, destacam-se nomes como Auler (presente em 4 artigos), Bazzo (em três), além de Delizoicov e Acevedo Díaz (em dois, cada). Do total de 22 autores recorrentes, destacam-se 15 que não se repetiam, sendo que destes, 10 eram brasileiros e cinco eram estrangeiros.

Considerando que o presente trabalho propõe uma ampliação e atualização da análise realizada por Chrispino et al. (2013), torna-se pertinente retomar brevemente os principais resultados nesta investigação, a fim de contextualizar o leitor quanto ao ponto de partida desta pesquisa. Os autores examinaram 88 artigos publicados em 22 periódicos nacionais, identificando os 13 trabalhos mais frequentemente citados à época, considerados referências fundamentais para a consolidação do campo CTS no Brasil. Dentre os autores desses trabalhos, destacam-se nomes como Auler (presente em 4 artigos), Bazzo (em três), além de Delizoicov e Acevedo Díaz (em dois, cada um). Do total de 22 autores recorrentes, destacam-se 15 que não se repetiam, sendo que destes, 10 eram brasileiros e cinco eram estrangeiros.

A análise revelou, ainda, uma concentração geográfica marcante, com predomínio de pesquisadores das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, indicando uma articulação regional significativa na formação da comunidade CTS nacional. Essa rede de saberes e práticas se expressa na produção científica, em programas de formação docente e em práticas pedagógicas que tensionam as fronteiras entre a ciência, a política e a cultura, buscando construir respostas mais humanas, contextualizadas e democráticas aos desafios educacionais contemporâneos.

Metodologia - Análise de Redes Sociais (ARS)

Levando em consideração que a Educação CTS no Brasil se encontra em constante expansão, torna-se pertinente investigar sua produção científica a partir das relações que a estruturam. Para este fim, este trabalho adota a ARS como caminho metodológico, uma vez que essa abordagem se consolidou como uma ferramenta robusta para investigar fenômenos complexos em diversas áreas do conhecimento. Aplicada ao contexto acadêmico, a ARS permite visualizar o campo científico como uma teia de relações intelectuais, evidenciando fluxos de conhecimento, conexões entre autores e a configuração das colaborações de pesquisa.

No ensino CTS no Brasil, diversos estudos têm se dedicado a mapear e estruturar essa área por meio da ARS, empregando diferentes métricas para compreender a configuração e o desenvolvimento de suas comunidades acadêmicas (Chrispino, 2023). Nesses mapeamentos, a rede é composta por nós, que podem corresponder a autores, obras ou instituições, e por arestas, que representam os vínculos entre esses elementos. Cada aresta indica um tipo de relação simbólica que expressa reconhecimento, influência ou convergência teórica (Romancini, 2010), permitindo visualizar os fluxos de conhecimento e as conexões que sustentam o campo.

Para tanto, neste trabalho, optou-se por analisar especificamente as redes construídas a partir das referências bibliográficas, tomando as citações como elemento central. O estudo

das redes de citações possibilita mapear os fluxos de conhecimento, identificar os autores que ocupam posições centrais e compreender os eixos conceituais que regem a área. Como destacam Moraes, Furtado e Tomaél (2015), a análise de citações em rede permite identificar tendências e reconhecer quais áreas são mais referenciadas em determinadas produções científicas, revelando, de forma empírica, a estrutura interna de um campo disciplinar.

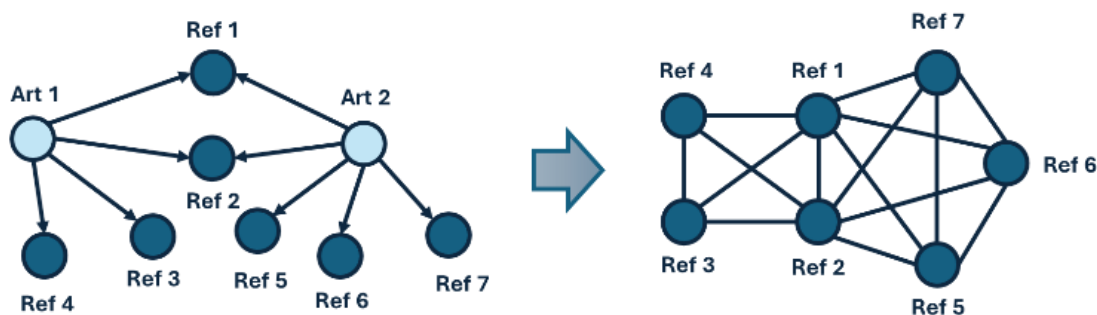
Essa perspectiva relacional parte do princípio de que o conhecimento científico é socialmente construído e validado coletivamente, e as ideias não emergem de forma isolada. Ao contrário, são produzidas em diálogo com tradições teóricas, permeadas por disputas epistêmicas e comunidades de prática. Nesse processo, a citação desempenha papel central como mecanismo de consagração simbólica e de posicionamento político-intelectual.

Entre muitas métricas possíveis de serem selecionadas, este trabalho se concentra na centralidade do grau de entrada (in-degree centrality) e na centralidade do autovetor (eigenvector centrality). A centralidade do grau de entrada mede o número de vezes que um autor é citado por outros, funcionando como um indicador quantitativo da sua visibilidade dentro da rede. Essa métrica é frequentemente empregada para apontar os atores mais referenciados em determinado recorte teórico, revelando a frequência de aparecimento de um nó como destino de conexões (Calma; Davies, 2015), fornecendo uma medida direta de relevância no campo. Neste estudo, esta centralidade é usada de forma a reconhecer as citações mais relevantes com base em suas ocorrências nas referências dos 702 artigos.

Já a centralidade do autovetor considera não apenas o número de conexões, mas também a importância dos nós que citam, evidenciando posições de maior influência estrutural na rede. Desta forma, autores citados por outros autores igualmente centrais tendem a apresentar valores mais altos nessa métrica, indicando prestígio teórico e influência estrutural. Segundo Bihari e Pandia (2015), “[...] altos valores de autovetor têm muitas conexões, e suas conexões têm muitas conexões, e suas conexões têm muitas conexões até o final da rede” (p. 511, tradução nossa). Assim, numa rede de citações, trabalhos relevantes pela centralidade de autovetor costumam apontar obras mais emergentes em um campo.

Neste trabalho, optou-se por ampliar o tratamento das citações por uma forma particular denominada rede de cocitações (Figura 1). Tradicionalmente, a rede de citações, como a que se usa com o grau de entrada, tem dois tipos de vértices (nós na rede): os dos artigos e os das referências, sempre com a aresta direcionada de um para o outro. Na rede de cocitações, cada referência de um artigo se liga às demais, sendo retirado o vértice do artigo, pois a estrutura modela a presença simultânea de duas referências em um mesmo trabalho.

Figura 1 – Exemplo de redes sociais de citações e cocitações fictícias



Fonte: os autores

Metodologicamente, este estudo se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, de abordagem mista (quali e quantitativa) e com caráter descritivo e exploratório (Gil, 2002). Seu objetivo é mapear as principais referências citadas na Educação CTS em periódicos brasileiros, atualizando o panorama delineado por Crispino et al. (2013), cuja análise se estendeu até o ano de 2010. O uso articulado de procedimentos quantitativos (métricas de rede) e qualitativos (interpretação das relações de citação) enriquece os resultados e amplia o potencial analítico da ARS. Como destacam Moraes, Furtado e Tomaél (2015), a análise de redes ganha ainda mais potência quando articulada a procedimentos qualitativos, permitindo examinar os contextos e sentidos das citações. Ao integrar as dimensões quantitativas e interpretativas, amplia-se o potencial analítico da abordagem, que deixa de ser um recurso meramente técnico para se tornar um instrumento crítico e reflexivo sobre a produção científica no Brasil.

Para a etapa atual do mapeamento, utilizou-se a base de dados organizada e mantida pelo Grupo CTS e Educação, do CEFET/RJ. Essa base reúne 702 artigos publicados em 35 periódicos brasileiros de relevância para a área, cobrindo o período de 1998 a 2024. Os periódicos selecionados são todos qualificados e incluem, em seus escopos, a publicação de trabalhos que abordam a Educação CTS (ou suas variações) nos títulos, palavras-chave ou resumos. No total, foram catalogadas 21.237 referências bibliográficas, as quais passaram por um processo de normalização e padronização dos dados, com o objetivo de unificar entradas duplicadas, eliminar inconsistências e assegurar a integridade das conexões na rede de citações.

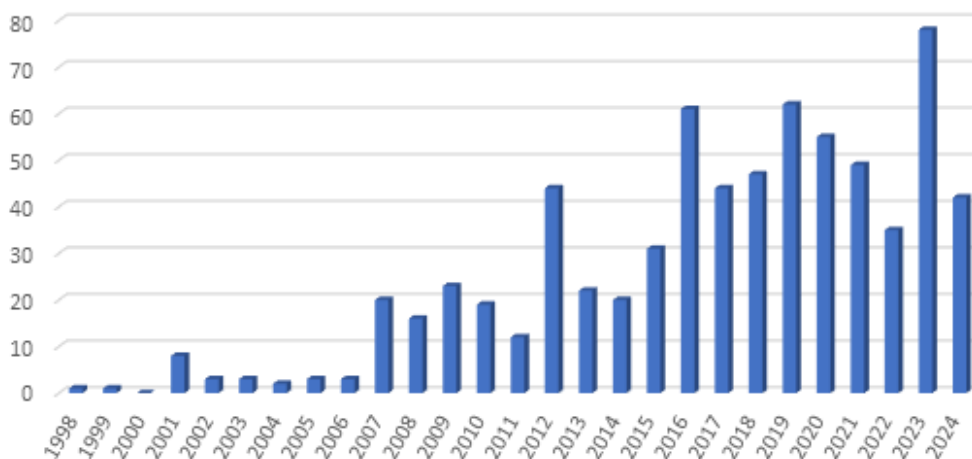
A ARS permite a visualização e interpretação da estrutura relacional entre os elementos da rede, no caso, artigos e suas respectivas citações. Mais do que uma contagem bruta de frequência, a ARS fornece uma compreensão estrutural do campo, permitindo investigar padrões de influência, circulação e prestígio intelectual entre os atores da comunidade CTS, além de oferecer uma melhor dimensão das relações estabelecidas pelo campo.

A presente análise foi conduzida com o suporte do software Gephi®, que permite importar, organizar e visualizar dados brutos, além de calcular métricas estruturais da rede. Segundo Campos et al. (2023), as pesquisas bibliográficas se fundamentam em: (1) permitir conhecer o que já se produziu sobre o tema, evitando repetição desnecessária; (2) apoiar o pesquisador a situar sua investigação no panorama científico existente; (3) ajudar a fundamentar teoricamente a pesquisa e construir justificativa e relevância; (4) abrir espaço para que o pesquisador identifique lacunas e contribua com “novidade” ou avanço; e (5) oferecer suporte metodológico para pesquisas futuras, especialmente as qualitativas, dado que estas exigem reflexão teórica, conceitos, contexto e interpretação mais do que simples quantificação.

Rede de citações

A análise dos artigos resultou no Gráfico 1, que reflete a trajetória de crescimento da produção científica na área CTS ao longo dos anos.

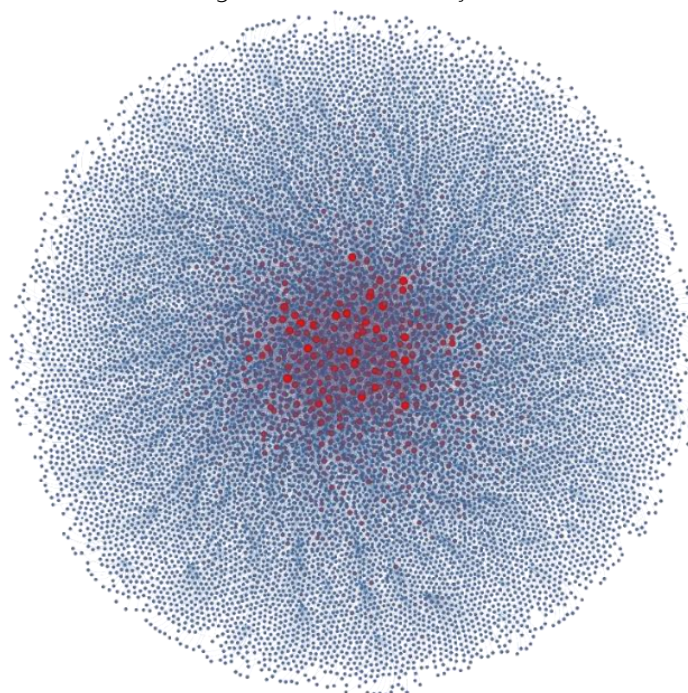
Gráfico 1 – Artigos publicados por ano no Ensino CTS brasileiro



Fonte: os autores

A avaliação de distribuição temporal das publicações revela um crescimento progressivo na produção científica da área no Brasil. Observa-se que, nos primeiros anos, o número de artigos era bastante reduzido, refletindo o estágio inicial de consolidação do campo. A partir de 2007, há um aumento gradual, com saltos mais significativos em determinados anos, indicando a ampliação do interesse acadêmico e institucional pelo tema. Esse incremento, especialmente na última década, pode ser atribuído a fatores como a maior institucionalização do campo, a expansão de programas de pós-graduação, a realização de eventos nacionais e internacionais temáticos, o incentivo a pesquisas em educação científica e as políticas de fomento à produção acadêmica. O aumento da produção nacional também reflete uma maior pluralidade da produção científica e um aumento significativo de diferentes referências.

Figura 2 – Rede de citações



Fonte: os autores

Das 21.237 ocorrências nas bibliografias, há um total de 13.182 diferentes referências, das quais 13.105 citações estão presentes em 10 ou menos artigos dos 702 que compõem a amostra. A fim de ilustrar a dimensão da rede de citações atualmente catalogada, a Figura 2 exibe uma representação gráfica contendo todos os nós (artigos) e arestas (citações), onde os vértices mais avermelhados são as principais referências, com um gradiente para o azul de acordo com a diminuição da centralidade de cada título.

Com o objetivo de mapear os trabalhos, elaborou-se um *ranking* de publicações com base na métrica de grau de entrada, que indica o número de vezes em que cada obra foi citada na base avaliada. Para a análise dos resultados, os dados foram ordenados do maior para o menor valor de grau de entrada, isto é, do quantitativo de vezes que são citadas. A partir dessa classificação, selecionaram-se os 21 trabalhos mais citados neste período, apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2, pois eles representam o núcleo central da rede de citações, concentrando a maior parte das referências e refletindo o ponto em que a frequência de citações começa a decair. Deste modo, o recorte feito caracteriza as principais referências que estruturam a produção científica balizadora das discussões teóricas no Ensino CTS brasileiro. A quantidade de trabalhos no *ranking* se enquadra entre 1% e 10% dos trabalhos mais citados, faixa que, no levantamento de Bornmann (2014), evidencia uma faixa de corte excelente para análise de citações.

Tabela 1: Ranking dos 21 primeiros trabalhos mais citados – primeira parte

Rank	Trabalhos mais citados	In-degree
1	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. 105-115, 2000.	173
2	FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.	137
3	BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70. 2011.	108
4	AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico tecnológica para quê? Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo horizonte, v. 3, n. 1. p. 1-13, 2001.	107
5	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.	101
6	SANTOS, W. L.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química, compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1997.	90
7	DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.	88
8	AULER, D.; BAZZO, W., A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. Ciência & Educação, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.	82
9	BAZZO, W. A., VON LINSINGEN, I., PEREIRA, L. T. V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos, 2003.	82
10	FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.	80

Fonte: dados de pesquisa

Os resultados indicam que as 21 publicações mais citadas constituem referências fundamentais para a consolidação da Educação CTS no Brasil. Essas obras atuam como

marcos teóricos e epistemológicos centrais, permitindo compreender a gênese, as transformações e os fundamentos conceituais do campo. Dessa forma, tais estudos são indispensáveis para entender os alicerces e a configuração do campo, pois orientam o desenvolvimento da pesquisa acadêmica e exercem forte influência em outras obras relevantes no campo. Algumas considerações emergem na análise das Tabela 1 e 2. São elas:

- Dos nove autores considerados por Gomes e Hussein (2025) como os mais relevantes para a fundamentação do campo, oito estão presentes na Tabela 1 (Walter Antonio Bazzo, Roseli Pacheco Schnetzler, Wildson Luiz Pereira Dos Santos, Irlan von Linsingen, Décio Auler, Eduardo Fleury Mortimer, José Antonio López Cerezo e Demétrio Delizoicov). E dos nove autores apontados por Ganhor (2022), oito também aparecem na Tabela 1 (Décio Auler, Wildson Luiz Pereira dos Santos, Demétrio Delizoicov, Eduardo Fleury Mortimer, Walter Antonio Bazzo, Roseline Beatriz Strieder, Rosemari Monteiro C. Foggiatto Silveira, Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro e Irlan von Linsingen).

Tabela 2: Ranking dos 21 primeiros trabalhos mais citados – segunda parte

Rank	Trabalhos mais citados	In-degree
11	SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. <i>Ciência & Ensino</i> , Piracicaba, v. 1, n. esp., 2007.	77
12	MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. Ijuí: Editora UNIJUÍ. 2011.	70
13	BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica. 4. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.	69
14	STRIEDER, R. B. Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.	68
15	SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. <i>Ciência & Educação</i> , Bauru, v.7, n.1, p.95-111, 2001.	67
16	AULER, DECIO. Enfoque ciência-tecnologia- sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. <i>Ciência & Ensino</i> , Piracicaba. v. 1, n. especial, nov. 2007.	66
17	PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do Enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. <i>Ciência & Educação</i> , Bauru, v. 13, n. 5, p. 71-84, 2007.	57
18	SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. <i>Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia</i> , Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.	57
19	GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CERESO, J. A.; LUJÁN LÓPEZ, J. L. Ciencia, Tecnología Y Sociedad: una introducción al estudio social de la Ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.	53
20	LUDKE, Menga; ANDRE, Marli Elisa Dalmazzo Afonso. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.	53
21	VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. <i>Ciência & Ensino</i> , Piracicaba, v. 1, n. esp., 2007.	53

Fonte: dados de pesquisa

- Teixeira (2024) lista 21 trabalhos que considera como textos fulcrais para a construção da concepção de Educação CTS brasileira. A interseção entre essa lista e a Tabela 1 inclui: Santos (2007; 2008); Santos e Schnetzler (1997); Bazzo (1998); Santos e Mortimer (2000; 2001); Auler e Bazzo (2001); Auler e Delizoicov (2001); Auler (2002; 2007); Bazzo, Linsingen e Pereira (2003); Pinheiro et al. (2007); e Strieder (2012).

- Quanto às datas de publicação (1as edições) dos textos: a década de 2000–2009 concentra a maior parte das publicações (11 de 21); as décadas de 1990–1999 e 2010–2019 têm quatro textos cada; e os anos iniciais (entre 1970 e 1986) apresentam apenas um texto em cada década. Assim, o início dos anos 2000 constitui um marco fundamental no desenvolvimento do campo.

- Dos 23 autores, oito são mulheres e 15 são homens, além de quatro estrangeiros e 19 brasileiros.

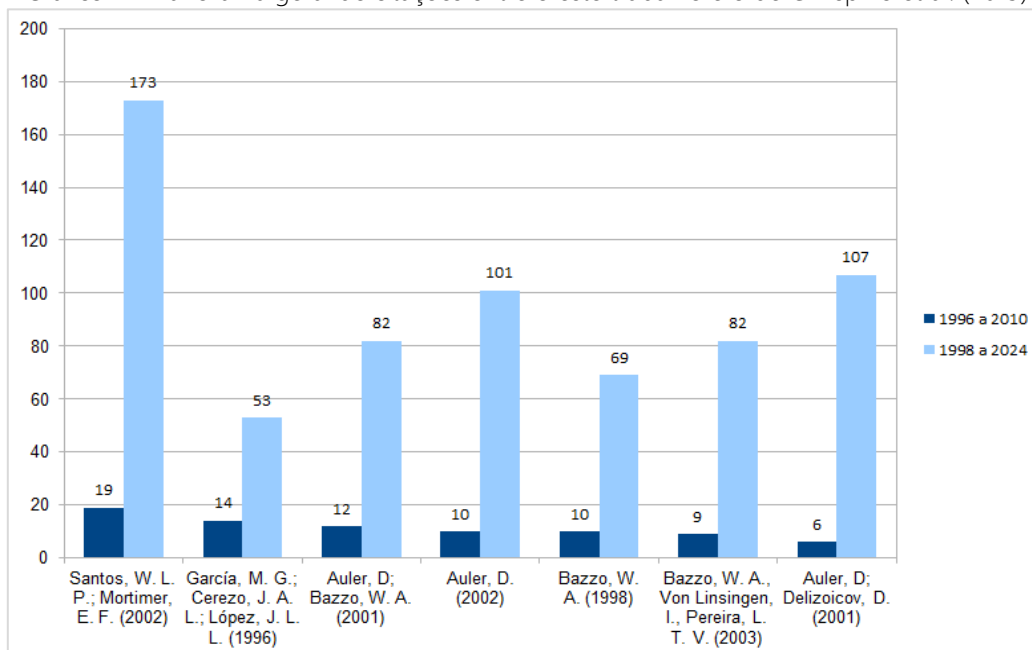
- A produção dos textos da Tabela 1 é majoritariamente concentrada no eixo Sul-Sudeste.

- Da listagem das 21 referências principais, observa-se que 10 correspondem a livros, duas a teses e nove a artigos publicados em periódicos nacionais. Entre esses periódicos, destacam-se: *Ciência & Educação* e *Ciência & Ensino* (três artigos), *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* (dois artigos) e *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* (um artigo).

A comparação entre a rede de citações construída neste estudo e aquela apresentada por Chrispino et al. (2013) permite identificar os pontos de convergência e divergência significativos, oferecendo uma perspectiva histórica sobre a consolidação e transformação da Educação CTS no Brasil. Um aspecto inicial relevante se refere ao expressivo aumento no volume de publicações. Enquanto Chrispino et al. (2013) analisaram um conjunto de 88 artigos publicados até 2010, a presente pesquisa abrange um universo de 702 artigos compreendidos entre 1998 e 2024, incluindo os artigos do estudo anterior. Esse acréscimo de 614 novas publicações ao longo de 14 anos evidencia a ampliação da produção científica e a consolidação de CTS como objeto de investigação educacional e epistemológica no Brasil.

Além disso, das 21 publicações mais citadas, sete também figuraram na pesquisa de Chrispino et al. (2013), o que reforça a permanência de um núcleo teórico consolidado no CTS brasileiro. Na sequência, apresenta-se o Gráfico 2, que ilustra o quantitativo de citações dessas sete obras, bem como a distribuição temporal dessas referências no período de 2011 a 2024.

Gráfico 2 – Panorama geral de citações entre o este trabalho e o de Chrispino et al. (2013)



Fonte: os autores e Chrispino et al. (2013)

A partir da análise do Gráfico 2, observa-se que o trabalho de Santos e Mortimer (2000) apresenta o crescimento mais expressivo em número de citações ao longo do período de 2011 a 2024, destacando-se como a obra com maior expansão de visibilidade acadêmica entre os textos que também integraram a pesquisa de Crispino et al. (2013).

Dentre as 21 publicações mais citadas identificadas nesta análise, determinadas obras se destacam por manterem elevada centralidade nas pesquisas. Além de Santos e Mortimer (2000), entre elas, encontram-se: González García, López Cerezo e Luján López (1996); Auler e Bazzo (2001); Auler (2002); Bazzo (1998); Bazzo, von Linsingen e Pereira (2003); Auler e Delizoicov (2001). Os dados indicam que, apesar da diversidade de publicações no período analisado, essas obras mantêm sua centralidade na produção científica da área.

A prevalência desses artigos sugere que eles funcionam como referências estruturantes, evidenciando um núcleo teórico consolidado e exercendo, até os dias atuais, uma influência significativa sobre a produção científica mais recente publicada em periódicos nacionais. Dessa forma, a permanência de altos valores na centralidade de grau de entrada sugere que essas obras se configuram como pilares fundamentais para o estudo e desenvolvimento do campo.

Essa relevância é reforçada quando observamos, também, o surgimento de novas publicações dos mesmos autores entre os trabalhos mais citados da base atual. Destacam-se, por exemplo: Santos e Schnetzler (1997); Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002); Santos (2007); Santos e Mortimer (2001); Auler (2007); e Santos (2008). Esses dados indicam que, embora haja diversidade de referências, a produção científica brasileira desempenha papel central na consolidação e disseminação do conhecimento em CTS, reforçando a identidade do campo no contexto nacional. Essa tendência também acarreta um distanciamento entre a bibliografia internacional (Pedretti; Nazir, 2020) e os autores precursores (Aikenhead, 2005), e os referenciais utilizados nas pesquisas nacionais.

Outro aspecto relevante diz respeito à presença, no ranking atual, de obras clássicas de autores das áreas de Educação, Metodologia e de campos que não pertencem especificamente às ciências da natureza ou à matemática. Entre essas publicações, destacam-se: Freire (1970); Bardin (2011); Freire (1996); Moraes e Galiuzzi (2011); e Ludke e André (1986). A inclusão desses trabalhos entre os mais citados evidencia a ampliação dos aportes conceituais utilizados na Educação CTS, indicando um movimento de interdisciplinaridade e aproximação com os debates das Ciências Humanas e da Educação. Ressalta-se que tais obras também se destacam devido aos altos valores de centralidade de grau de entrada, o que evidencia sua influência significativa na produção científica em CTS.

Dentre essas contribuições, destaca-se especialmente Paulo Freire, que aparece em duas publicações no ranking atual, sendo uma delas a segunda referência mais citada em toda a base. Essa constatação está em consonância com o estudo de Amorim e Melo (2024), que apresentaram as redes formadas entre os trabalhos de Educação CTS no Brasil e as obras de Paulo Freire. Na pesquisa em questão, foi observada a existência de uma tendência para o uso desse autor nas pesquisas do campo, como forma de propor um ensino que desencadeie uma leitura crítica do mundo, de modo a ocorrer uma transformação da sua realidade social.

Entretanto, faz-se necessário relativizar esses dados à luz de um ponto metodológico importante: muitos desses autores, como Bardin (2011), Moraes e Galiuzzi (2011) e Ludke e André (1986), são frequentemente citados em seções metodológicas dos trabalhos, especialmente em justificativas de abordagem qualitativa ou procedimentos de análise de conteúdo. Esse comportamento, que envolve autores e títulos de relevância metodológica, é

esperado em análises de citações e, nesse aspecto, a Educação CTS apenas reproduz um padrão amplamente observado na produção científica (Vanz; Caregnato, 2003).

Esse fenômeno sugere que a frequência de citação nem sempre reflete centralidade conceitual, podendo, em alguns casos, indicar apenas uma presença incidental ou referencial de apoio metodológico. Embora os dados indiquem uma ampliação dos referenciais interdisciplinares nas pesquisas CTS, é importante considerar a natureza e o contexto das citações para avaliar sua real contribuição. Como forma de refinar a análise para obras mais emergentes na Educação CTS, questionou-se como se comportaria uma rede de cocitações.

Rede de cocitações

A rede de cocitação é um método amplamente usado “[...] para explorar a estrutura intelectual dos documentos mais influentes em um campo de pesquisa” (Goyal; Kumar, 2021, p. 90, tradução nossa). Seguindo o que sugerem Pilkington e Fitzgerald (2006) e Goyal e Kumar (2021), a rede de cocitações das referências foi elaborada da seguinte forma: partindo da listagem das referências mais frequentes na rede de citações, identificaram-se os artigos que, além de serem referências no banco de dados, também pertenciam ao corpus da pesquisa. Assim, extraíram-se as redes de citações dos 15 primeiros artigos dos 702 catalogados nesta pesquisa que cumpriram os requisitos apontados.

Ao construir a rede, como descrito na metodologia, obteve-se um conjunto relacional com 412 vértices (as referências dos 15 artigos mencionados) e 11.224 arestas (as coocorrências dessas referências nos artigos). Como forma de análise, utilizou-se a função Modularidade (Detecção de Comunidades) do Gephi® com parâmetros que geraram três clusters (grupos de vértices). A proposta dessa função é separar os vértices em comunidades dentro de uma rede de modo que em um mesmo grupo haja mais conexões do que o esperado numa rede aleatória com esses vértices (Hernández et al., 2025). Após isso, utilizou-se a centralidade de autovetor para que fossem identificadas as 10 principais referências de cada um dos clusters (Tabela 3).

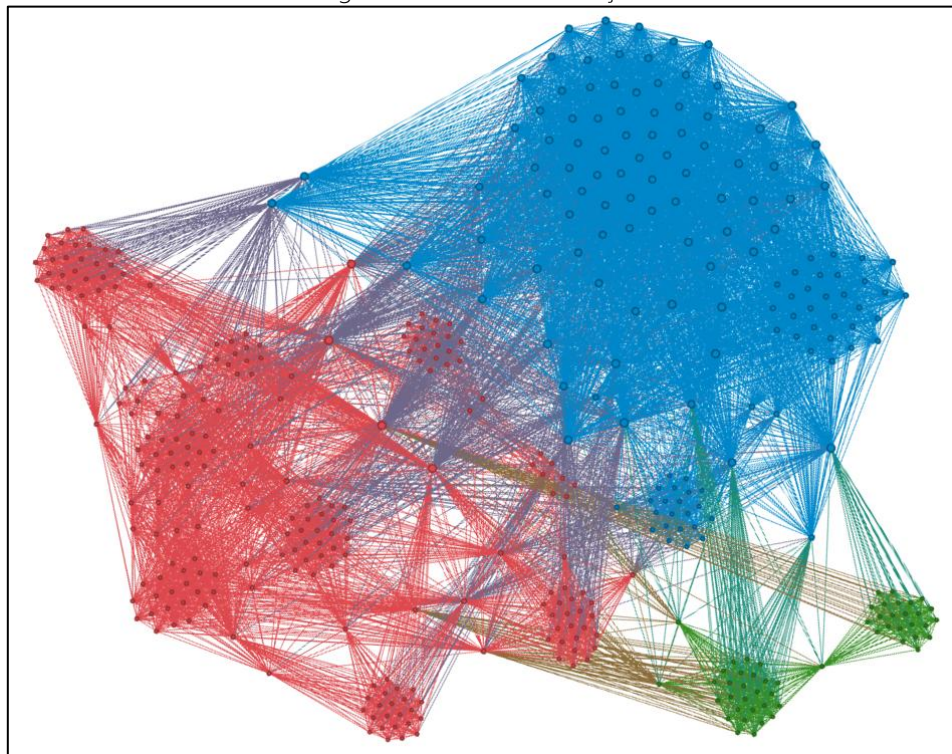
Tabela 3: Clusters e suas referências mais centrais

Cluster 1 (Vermelho)	Cluster 2 (Azul)	Cluster 3 (Verde)
Santos e Mortimer (2001)	Santos e Schnetzler (1997)	González García, López Cerezo e López (1996)
Acevedo Díaz, Vázquez Alonso e Manassero (2003)	Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988)	Freire (1970)
Chassot (2006)	Ramsey (1993)	Bazzo (1998)
Astolfi (1995)	Mortimer (1998)	Acevedo Díaz (1996)
Bingle e Gaskell (1994)	Rubba (1991)	Santos e Mortimer (2000)
Brandi e Gurgel (2002)	Solomon (1993)	Freire (1992)
Bybee (1995)	Rubba e Wiesenmayer (1988)	Auler e Delizoicov (2001)
Bybee e DeBoer (1994)	Waks (1990)	Santos (2008)
Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia e Vilches (2005)	Vargas (1994)	Auler (2002)
Cajas (2001)	Aikenhead (1985)	Vaccarezza (1998)

Fonte: dados de pesquisa

A Figura 3 representa essa rede completa, com os clusters oriundos da modularização. Os vértices verdes (Cluster 3) são 12,62% da rede, os azuis (Cluster 2), 33,98%, e os vermelhos (Cluster 1), 53,40%.

Figura 3 – Rede de cocitações



Fonte: os autores

Buscou-se, a partir das reflexões feitas nos textos mais centrais da rede de cocitações, identificar o sentido principal de cada cluster formado. Assim, os conjuntos foram sintetizados por meio de enunciados que representam as principais referências. Vale ressaltar que esses enunciados são interpretativos e poderiam assumir outras formas a partir da análise de outros pesquisadores (Latour, 2012). A seguir, apresenta-se uma breve descrição dos clusters.

Cluster 1: Fundamentos para uma Alfabetização Científica e Tecnológica

A alfabetização científica e tecnológica é compreendida como um processo multidimensional que visa formar cidadãos críticos, capazes de compreender, avaliar e tomar decisões informadas sobre questões que envolvem ciência e tecnologia (Acevedo Díaz, Vázquez, Manassero Mas; 2003; Bybee, 1995). Ela integra conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, promovendo a leitura do mundo natural e social com base em princípios éticos, sociais e epistemológicos (Cachapuz et al., 2011; Chassot, 2006). Essa alfabetização não se limita à aquisição de conceitos científicos, mas envolve também a participação democrática, a construção social do conhecimento e a inclusão cultural, sendo essencial para a atuação responsável na sociedade contemporânea (Santos; Mortimer, 2001; Bingle; Gaskell, 1994).

Cluster 2: Cidadania e Responsabilidade Social

A cidadania e a responsabilidade social, no contexto da educação científica e tecnológica, são compreendidas como elementos centrais para formar indivíduos capazes de tomar

decisões, agir e participar ética e ativamente da sociedade (Ramsey, 1993; Rubba, 1991). Compreende-se cidadania como a capacidade de participar de forma crítica na sociedade, tomando decisões, assumindo responsabilidades éticas e sociais, e contribuindo para a avaliação dos impactos da ciência e da tecnologia no cotidiano (Santos; Schnetzler, 1997; Rubba; Wiesenmayer, 1988). CTS emerge historicamente como um caminho para integrar esses valores ao currículo, estimulando o desenvolvimento de competências como colaboração, consciência ética e engajamento político (Aikenhead, 1985; Hofstein; Aikenhead; Riquarts, 1988).

Cluster 3: Por uma educação crítica e emancipatória

A educação crítica e emancipatória é concebida como um processo dialógico e transformador que visa formar sujeitos conscientes, capazes de compreender e intervir na realidade, por entender que há participação pública em questões sociopolíticas e sociotécnicas (Freire, 1970; 1992). A Educação CTS no Brasil, ao encontrar-se com essa abordagem essencialmente freireana, reforça a rejeição da neutralidade da ciência e da tecnologia e valoriza a participação democrática, a problematização dos saberes e a superação da dicotomia entre educador e educando (Auler, 2002; Santos, 2008). A articulação das duas abordagens reforça que as construções humanas, como ciência, tecnologia e educação, são permeadas de interesses sociais e políticos, o que reforça a necessidade de fundamentar uma alfabetização científica e tecnológica em princípios da cidadania e da responsabilidade social (Auler; Delizoicov, 2001).

Percebe-se que há uma convergência de princípios. Aliar CTS à educação científica e tecnológica ajuda a preparar os sujeitos para participação cidadã, analisar as consequências sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico e trabalhar a argumentação e reflexão, para além do aprender fatos científicos (Merino Rubilar et al., 2024). Cutcliffe (2003), embora reconheça a complexidade de assumir a interdisciplinaridade como eixo central do campo, projeta CTS por meio da metáfora do guarda-chuva, na qual o campo é compreendido como um espaço de diálogo e de construção coletiva do conhecimento. Nessa perspectiva, o autor ressalta que CTS incorpora a crítica ao cientificismo e ao ideal de neutralidade da ciência, articulando-se também com perspectivas culturais e correntes críticas das ciências hegemônicas, como as abordagens feministas, antirracistas e pós-coloniais.

Conclusão

Esta pesquisa teve por objetivo mapear as obras, autores e as articulações acadêmicas que ocupam posições centrais na produção científica da Educação CTS brasileira. A partir de um comparativo com o estudo anterior de Chrispino et al. (2013), propôs-se um panorama atualizado das temáticas, lacunas e tendências de pesquisa da área ao longo dos anos.

Dentre os resultados obtidos, destaca-se o evidente aumento no número de artigos publicados no campo CTS nacional nas últimas décadas. Tal fato indica um interesse acadêmico e institucional crescente por pesquisas na área e a consolidação da abordagem CTS enquanto estratégia educacional na formação de cidadãos críticos e cientes das complexas relações que permeiam as atividades científico-tecnológicas e a sociedade.

Ressalta-se também a prevalência de nomes como Wildson Santos, Eduardo Mortimer, Décio Auler e Walter Antonio Bazzo dentre os autores mais citados em pesquisas da área.

Este resultado reafirma o cenário encontrado anteriormente por Chrispino et al. (2013), que na oportunidade declarou que “os trabalhos mais citados resultantes da pesquisa podem ser encarados como leitura obrigatória para entendimento do que seja e o que produz a área” (p. 467). Revela-se, assim, a existência de um núcleo teórico estável, que atua como referência estruturante no campo CTS brasileiro.

No que se refere às citações, os dados obtidos apresentaram as principais temáticas que emergem das pesquisas desenvolvidas no campo atualmente. A alfabetização científica e tecnológica foi um dos assuntos mais abordados, pois dialoga com a área CTS ao também estimular a construção social do conhecimento e a tomada consciente de decisão. Nesse sentido, também se destaca a temática da cidadania e da responsabilidade social, que trata da formação de cidadãos a partir de uma leitura crítica de mundo, da ciência e da sua atuação democrática. A educação crítica e emancipatória, por sua vez, se aproxima de uma abordagem temática freireana, pautada em diálogo e transformação social.

Embora a etapa de normalização e padronização de dados seja laboriosa, a ARS com o suporte do software Gephi® atendeu ao problema de pesquisa proposto. As redes sociais e as métricas alcançadas permitiram mapear o avanço das pesquisas em Educação CTS no Brasil nas últimas décadas. A aplicação bem-sucedida da técnica e as importantes conclusões obtidas abrem espaço para que outros tipos de trabalho, como as teses e as dissertações, também sejam avaliados. Estas obras também são importantes termômetros da produção científica de uma área e suas apreciações possibilitarão um panorama ainda mais amplo do cenário CTS nacional.

Referências

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, v. 2, n. 2, p. 80–111, 2003.

AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, v. 69, n. 4, p. 453–475, 1985.

AIKENHEAD, G. Educación ciencia-tecnología-sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame, *Educación Química*, Cidade do México, v. 16, n. 2, p. 304–315, 2005.

AMORIM, C. O.; MELO, T. B. Analisando o impacto de Paulo Freire no ensino brasileiro de Ciência, Tecnologia e Sociedade por meio de citações. *Indagatio Didactica*, Aveiro, v. 16, n. 3, p. 113–132, 2024.

ASTOLFI, Jean-Pierre. Quelle formation scientifique pour l'école primaire? *Didaskalia*, n. 7, p. 27–46, 1995.

AULER, D. *Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. 2002. 257 f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 68–83, 2003.

AULER, D; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001.

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BIHARI, A.; PANDIA, M. K. Eigenvector centrality and its application in research professionals' relationship network. In: *2015 International Conference on Futuristic Trends on Computational Analysis and Knowledge Management (ABLAZE)*. IEEE, 2015.
- BORNMANN, L. How are excellent (highly cited) papers defined in bibliometrics? A quantitative analysis of the literature. *Research Evaluation*, v. 23, n. 2, p. 166-173, 2014.
- BOURDIEU, P. *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico*. São Paulo: Editora UNESP, 2004.
- BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. *The science teacher*, v. 62, n. 7, p. 28-33, 1995.
- BINGLE, W. H. GASKELL, J. Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, v. 78, n. 2, p. 185-201, 1994.
- BRANDI, Arlete Terezinha Esteves; GURGEL, Célia Margutti do Amaral. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 1, p. 113-125, 2002.
- BYBEE, Rodger W.; DEBOER, George E. Research on goals for the science curriculum. In: GABEL, Dorothy L. (ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan, 1994. p. 357-387.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino de ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CAJAS, Fernando. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 19, n. 2, p. 243-254, 2001.
- CALMA, A.; DAVIES, M. Studies in higher education 1976–2013: A retrospective using citation network analysis. *Studies in higher education*, v. 40, n. 1, p. 4-21, 2015.
- CAMPOS, L. R. M.; CRUVINEL, B. V.; Santos, A. O.; OLIVEIRA, G. S. A revisão bibliográfica e a pesquisa bibliográfica numa abordagem qualitativa. *Cadernos da FUCAMP*, Monte Carmelo, v. 22, n. 57, 2023.
- CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 4. ed. Ijuí: UNIJUI, 2006.
- CHRISPINO, A. Um perfil do ensino CTS no Brasil: alguns resultados das pesquisas em teses, dissertações e artigos. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, v. 14, n. 5, p. 1323, 2023.
- CHRISPINO, A.; LIMA, L. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; FREITAS, A. C. C.; SILVA, M. A. F. B. A área CTS no Brasil vista como Rede Social: onde aprendemos? *Ciência & Educação*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.
- CUTCLIFFE, S. H. *Ideas, máquinas y valores: introducción a los estudios de ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Paidós, 2003.

- FELT, U. et al. (org.). *The Handbook of Science and Technology Studies*. 4. ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2017.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
- GANHOR, J. P. *O subcampo CTS na Educação em Ciências e suas compreensões acerca do conceito de participação: uma análise bibliométrica e bourdieusiana*. 2022. 526 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. Brasil, São Paulo: Atlas. 2002.
- GOMES, I.; HUSSEIN, F. R. G. S. CTSA no Ensino de Ciências: uma revisão sistemática das propostas educacionais presente na literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 25, p. 1–27, 2025.
- GOYAL, K.; KUMAR, S. Financial Literacy: A Systematic Review and Bibliometric Analysis. *International Journal of Consumer Studies*, v. 45, p. 80-105, 2021.
- HERNÁNDEZ, R.; GUTIÉRREZ, I.; CASTRO, J. Social Network Analysis: A Novel Paradigm for Improving Community Detection. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, v. 18, article 87, 2025.
- HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.
- JASANOFF, S. (org.). *States of Knowledge: The Co-production of Science and Social Order*. Londres: Routledge, 2004.
- JASANOFF, S. et al. (ed.). *Handbook of Science and Technology Studies*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1995.
- LATOURETTE, B. *Reagregando o social: uma introdução à Teoria do Ator-Rede*. Tradução de Gilson César Cardoso de Sousa. Salvador: EDUFBA, 2012.
- MERINO RUBILAR, C.; SOLIS, J.; PACHECO, G.; ITURBE-SARUNIĆ, C.; MANRIQUE, F.; RIVERA, M.; JARA, R. El enfoque CTS en la educación científica chilena: un análisis del texto escolar de la asignatura de ciencias para la ciudadanía. *Educación Química*, Cidade do México, v. 35, n. esp., p. 18–39, 2024.
- MORAES, M. A.; FURTADO, R. L.; TOMAÉL, M. I. Redes de Citação: estudo de rede de pesquisadores a partir da competência em informação. *Em Questão*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 181-202, 2015.
- MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Multivoicedness and univocality in the classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, v. 20, n. 1, p. 67-82, 1998.

MOURA, C. B. Para que história da ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva sociopolítica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, Passo Fundo, v. 4, p. 1155-1178, 2021.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Correntes na Educação CTSA: mapeando um campo complexo, 40 anos depois. In: TEIXEIRA, P. M. M. (Org.). *Movimento CTS: estudos, pesquisas e reflexões*. Curitiba: CRV, 2020. p. 235-278.

PILKINGTON, A.; FITZGERALD, R. Operations management themes, concepts and relationships: a forward retrospective of IJOPM. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 26, n. 11, p. 1255-1275, 2006.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n. 2, p.235-258, 1993.

RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R. A fase crítica da emergência do Subcampo Brasileiro de Pesquisa em Educação CTS: as gêneses da pesquisa em Educação CTS no Brasil. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 30, n. 2, p. 374-410, 2025.

ROMANCINI, R. O que é uma citação? A análise de citações na ciência. *Intexto*, Porto Alegre, n. 23, p. 5-17, 2010.

RUBBA, P. A. Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness. *Theory into Practice*, v. 30, n. 4, p. 303-315, 1991.

RUBBA, P. A., WIESENMYER, R. L. Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. *Journal of environmental Education*, v. 19, n. 4, p.38-44, 1988.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria*, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

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. 105-115, 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 1997.

SOLOMON, Joan. *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press, 1993.

TEIXEIRA, P. M. M. Movimento CTS como um programa de pesquisa dentro da área de educação em ciências. *Alexandria*, v. 17, p. 1-26, 2024.

VACCAREZZA, Leonardo S. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, n. 18, p. 13-40, 1998.

VANZ, S. A. S.; CAREGNATO, S. E. Estudos de citação: uma ferramenta para entender a comunicação científica. *Em Questão*. Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 295-307, 2003.

VARGAS, Milton. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Alfa-Omega, 1994.

WAKS, Leonard J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes internacionales y desafíos para la reforma educativa. In: MEDINA, Manuel; SANMARTÍN, José (org.). *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 1990. p. 42-75.