

EXPLORANDO IMPACTOS E TENDÊNCIAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO MÉTODO CTS/CTSA NA EDUCAÇÃO BÁSICA¹

EXPLORING IMPACTS AND TRENDS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE STS/STSE METHOD IN BASIC EDUCATION

Eloiza Gonçalves dos Santos², Emilly Kelen Palácios Mendes Nascimento³, Daniele Alves Marinho³

Recebido: junho/2024 Aprovado: outubro/2024

RESUMO: Desde a década de 1970, o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) vem ganhando destaque no cenário educacional, promovendo a integração das áreas científica, tecnológica, social e ambiental. Por meio de análise bibliométrica, este estudo investiga a integração da abordagem CTSA nas séries finais do ensino fundamental II e ensino médio, destacando a evolução das publicações, as fontes mais influentes, os termos mais frequentes, os autores mais citados e os países que contribuíram para o desenvolvimento dessa abordagem. A análise revelou que a abordagem CTSA tem tido um impacto positivo e está constante evolução na pesquisa científica, sendo implementada em diversas práticas educativas, contribuindo para o currículo da educação básica. O declínio nas publicações observado entre 2020 e 2022, possivelmente está relacionado à crise pandêmica de COVID-19. As tendências nas aplicações CTSA demonstram a relevância desta abordagem e sua abrangência no sistema educativo.

Palavras Chaves: Ciência, Tecnologia, Sociedade.

ABSTRACT: Since the 1970s, the STSE (Science, Technology, Society and Environment) approach has been gaining prominence on the educational scene, promoting the integration of scientific, technological, social and environmental areas. By means of bibliometric analysis, this study investigates the integration of the STSE approach in the final grades of primary and secondary education, highlighting the evolution of publications, the most influential sources, the most frequent terms, the most cited authors and the countries that have contributed to the development of this approach. The analysis revealed that the STSE approach has had a positive impact and is constantly evolving in scientific research, being implemented in various educational practices, contributing to the basic education curriculum. The decline in publications observed between 2020 and 2022 is possibly related to the COVID-19 pandemic crisis. The trends in STSE applications demonstrate the relevance of this approach and its scope in the education system.

Keywords: Science, Technology, Society.

1 Introdução

O movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS), originado na década de 1970, emergiu em um contexto histórico e cultural marcado por indagações sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade (LAURINDO, DA SILVA E NEVES, 2020). Reconhecendo a relevância da dimensão ambiental na educação, pesquisadores desta área de estudo decidiram incluir a letra

¹ Trabalho apresentado durante do VI CIECITEC entre os dias 10 e 11 de outubro de 2024 e aprovado como melhor trabalho na seção temática TIC no Ensino-aprendizagem de Ciências, Saúde e Tecnologia.

²  <https://orcid.org/0009-0000-5067-3076> - Licencianda em Ciências da Natureza no IFES, Guarapari, Espírito Santo, Brasil. Alameda Francisco Vieira Simões, 720 - Aeroporto, Guarapari - ES, 29216-795. E-mail: eloiza.lcnifes@gmail.com.

³  <https://orcid.org/0009-0006-4913-7106> - Licencianda em Ciências da Natureza no IFES, Guarapari, Espírito Santo, Brasil. Alameda Francisco Vieira Simões, 720 - Aeroporto, Guarapari - ES, 29216-795. E-mail: emillykelen.pmn@gmail.com.

³  <https://orcid.org/0000-0003-1427-5462> - Ciências Biológicas na UFES. Professora no IFES, Guarapari, Espírito Santo, Brasil. Alameda Francisco Vieira Simões, 720 - Aeroporto, Guarapari - ES, 29216-795. E-mail: dalmabio@gmail.com.

"A" na sigla original, atualizando o termo para CTSA. É crucial salientar que essa modificação não deprecia a exigência de se discutir a importância das questões ambientais no ensino em momentos anteriores (AIKENHEAD, 2005; VILCHES; GIL-PÉREZ; PRAIA, 2011).

Sendo considerado por Tsai (2002) como uma das principais tendências de pesquisas em educação científica, o uso do método no ensino se destacou ao aprofundar a compreensão da ciência em seu contexto tecnológico, conectando-se aos desafios e oportunidades do mundo contemporâneo.

Para enriquecer as pesquisas científicas e a Educação Tecnológica (ET) pesquisadores tem proposto a implementação do método CTSA nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Ensino Fundamental II e Ensino Médio (PINHEIRO et al., 2007, p. 75). Essa proposta visa superar a mera produção mecanizada, buscando despertar o senso crítico e uma compreensão abrangente do uso da tecnologia, considerando os diversos impactos sociais, culturais, éticos e ambientais da ciência e da tecnologia na sociedade atual (PINHEIRO et al., 2007).

Servindo de subsídio para pesquisadores e profissionais com interesse na área, este estudo propõe através de uma análise bibliométrica uma investigação da evolução desta temática no campo da educação com foco nas etapas do ensino fundamental II e no ensino médio. O estudo abrange publicações da comunidade acadêmica global listando os principais países, sem se limitar a um recorte temporal ou espacial específico, com única restrição de linguagem, concentrando-se nos idiomas inglês, espanhol e português. A escolha da bibliometria para as análises estatísticas permite conhecer os padrões de publicações científicas (MCBURNEY; NOVAK, 2002), sendo considerada um recurso valioso com reconhecimento utilizado em documentos relacionados à ciência, contribui para compreensão das comunicações científicas e as estruturas da ciência e de campos emergentes nesta área de pesquisa (THELWALL, 2008).

Diante do exposto, este estudo bibliométrico propõe explorar a seguinte questão de pesquisa: "Quais as tendências e impactos da abordagem CTS/CTSA incorporado ao currículo do Ensino Fundamental II e Ensino Médio?" A pesquisa tem como propósito mapear a produção científica da aplicação do método nas diversas áreas de ensino. Identificar os ramos de estudo, as estratégias didáticas e formativas desenvolvidas, com destaque para os tópicos de tendências das publicações científicas e os impactos dessa implementação sobre o ensino.

2 Referencial Teórico

Com suas origens em correntes filosóficas e sociológicas da ciência, a abordagem CTSA tem caráter interdisciplinar e prioriza uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007), propondo uma nova forma de praticar a educação científica, que auxilia no desenvolvimento de alunos capazes de aplicar os conhecimentos científicos na resolução de problemas e na preparação para a cidadania futura (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007 & TSAI, 2002). O uso da abordagem faz referência à alfabetização científica, área que também está recebendo grande atenção no currículo de ciências e, assim como a CTSA, abrange o conhecimento, a compreensão e as habilidades que

precisam ser desenvolvidas para promoção de pensamentos e atitudes adequadas frente às questões científicas que podem afetar a sociedade (BENNETT; LUBBEN; HOGARTH, 2007).

Baseado na teoria de aprendizagem construtivista, na qual o professor assume papel de um orientador que considera o conhecimento prévio do aluno, suas interpretações, relevância pessoal, situações locais e atuais, o método CTSA de ensino é predominantemente aplicado em escolas secundárias e tem o potencial de proporcionar discussões, ações de pesquisa, investigação, questionamento e tomadas de decisões a partir de interações sociais, trazendo para o aluno uma visão diferente daquela aplicada no ensino tradicional (YAGER; AKCAY, 2008 & PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Segundo Tsai (2002) o construtivismo é uma teoria sólida para ajudar os educadores de ciências a compreender como os alunos aprendem ciências, bem como para explicar a prática da ciência e do ensino de ciências.

Portanto, o ensino CTSA tem sido visto como uma das grandes tendências das últimas décadas para o desenvolvimento e reforma do currículo na educação científica, despertando em muitos envolvidos a confiança de que existam benefícios consideráveis com sua implementação. Muitos estudos na literatura, inclusive, já revelaram que esse método de ensino pode favorecer o conhecimento dos alunos e o olhar sobre a ciência (BENNETT; LUBBEN; HOGARTH, 2007 & TSAI, 2002).

Diante do avanço dessa tendência e o aumento das publicações dentro da temática, a bibliometria permite a aplicação de métricas relacionadas ao uso e acesso dos documentos, a fim de medir as propriedades e processos, como análise de citações, frequência de palavras, grupo de pesquisa ou país, buscando identificar relações, estruturas cognitivas, padrões de pesquisa, surgimento de novas frentes ou até mesmo direcionar financiamentos dentro dos campos de investigação. Com a evolução da bibliometria convencional, para além das principais medidas de análise, recorre-se também a novas fontes de informações, estudos, teorias e técnicas complementares. Através da interpretação dos dados, essas ferramentas possibilitam a obtenção de bons indicadores de análise (THELWALL, 2008).

3 Metodologia/Detalhamento das Atividades

Com base em um levantamento preliminar da temática, procedeu-se a construção das strings de busca, considerando os resultados obtidos nas buscas realizadas nos tesouros especializados Brased (Thesaurus Brasileiro da Educação) e ERIC (Educational Resources Information Center). Para ampliar a abrangência da busca e identificar estudos que abordassem o tema CTS/CTSA sob diferentes perspectivas, optou-se por utilizar palavras-chave genéricas e frequentemente encontradas na literatura. Essa estratégia, embora tenha gerado um conjunto de dados mais amplo e menos específico, permitiu identificar estudos que abordassem o tema sob diferentes perspectivas. As palavras-chave definidas foram por fim associadas aos descritores, limitando-se o ensino fundamental II e ensino médio. As buscas foram realizadas utilizando as bases de dados WoS (Web of Science) em conjunto com seus indexados (All Databases) e a SCOPUS (Elsevier), nos idiomas inglês, português e espanhol, sem restrição de período de tempo, a fim de garantir uma abrangência histórica da produção científica sobre a temática. Depois de diversas sessões de busca nas bases de dados para definir a combinação

final dos descritores, palavras-chave e operadores booleanos, foram estabelecidas as strings consideradas na Tabela 1.

Tabela 1: Base de dados, Strings de busca, local de busca e nº de registros.

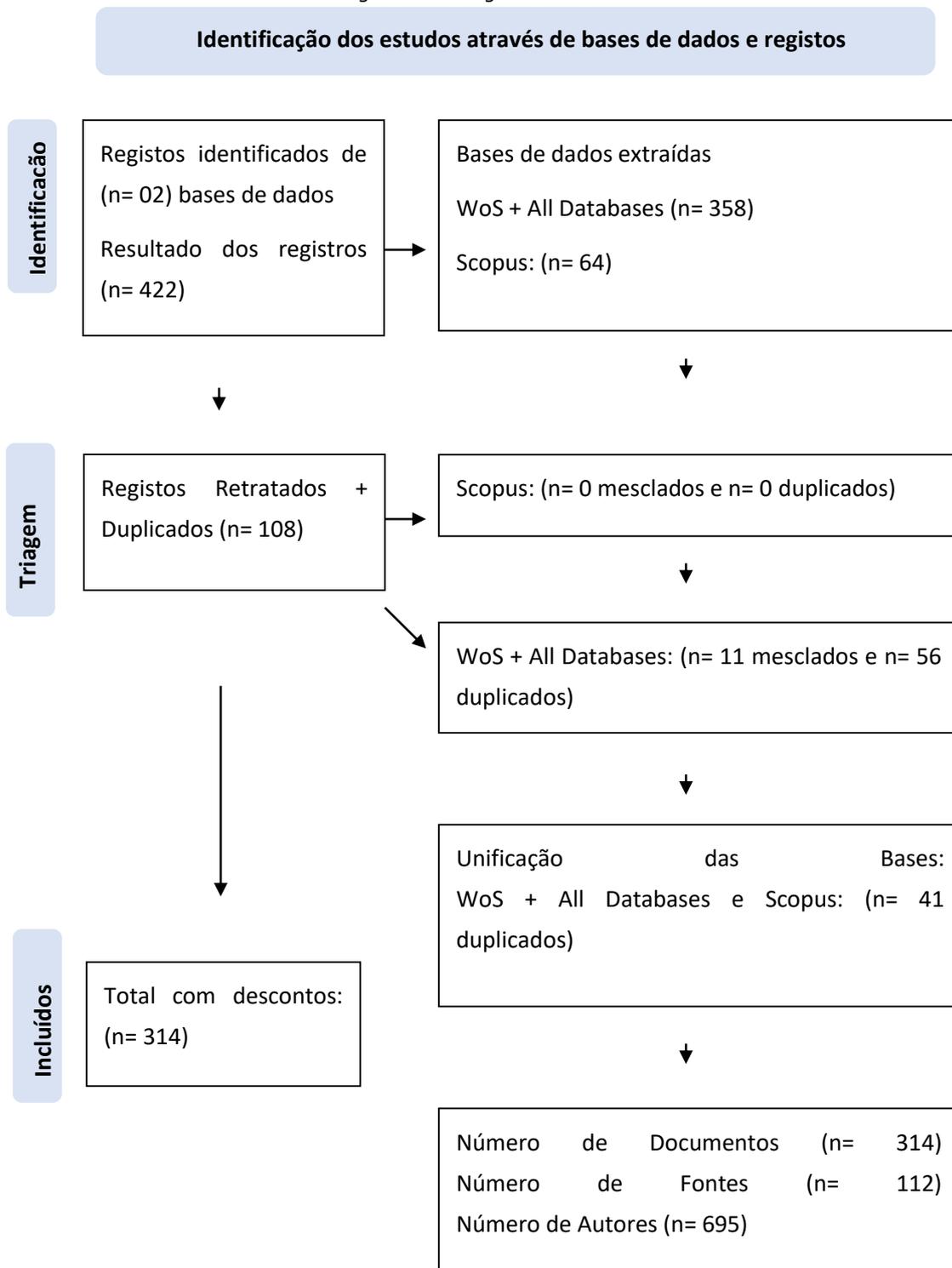
Base	Pesquisar em	Strings de Busca	Registros
WoS + All Databases	Resumo (TOPIC)	("science-technology-society" OR "science, technology and society" OR "science, technology, society and environment" AND "sts" OR "stse") AND ("basic* educa*" OR "secondary school*" OR "Intermediate Grade*" OR "junior high school*" OR "middle school*" OR "high school*") NOT ("elementary school" OR college* OR universit* OR graduat*)	358
Scopus	Título, resumo e palavras chave (TITLE-ABS-KEY)	("science-technology-society" OR "science, technology and society" OR "science, technology, society and environment" AND "sts" OR "stse") AND ("basic* educa*" OR "secondary school*" OR "Intermediate Grade*" OR "junior high school*" OR "middle school*" OR "high school*") AND NOT ("elementary school" OR college* OR universit* OR graduat*)	64

Fonte: Próprias autoras (2024).

A partir da análise inicial dos registros de cada base de dados, os resultados foram exportados nos formatos Bibtex (Scopus) e Plaintext (WoS All Databases), considerando todos os metadados disponíveis. Devido a essa diferença de formatos entre as bases de dados indexadas na WoS, seus dados foram convertidos para o formato BibTeX, para padronizar o processamento dos dados e permitir que ambos arquivos fossem tratados da mesma maneira no ambiente de estatística do software R (R Core Team, 2022). Nesse ambiente, as informações das bases foram unificadas, e os registros duplicados, removidos. Embora o fluxograma PRISMA seja uma ferramenta própria de artigos de revisão, utilizou-se esse instrumento para organizar as etapas desse processo (Figura 1) (Tricco et al., 2018).

Após a remoção de duplicatas no software R, foi necessário realizar ajustes manuais nos registros das bases unificadas (WoS All Databases e Scopus) para restaurar colunas perdidas durante o processamento e tratar inconsistências visuais geradas na união das bases. Esse procedimento foi crucial para garantir a integridade e a confiabilidade dos dados nas análises subsequentes. O arquivo final, em formato .xlsx, foi analisado com o pacote Bibliometrix, (ARIA E CUCCURULLO, 2017), e os resultados gerados e são discutidos nos tópicos seguintes.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA.

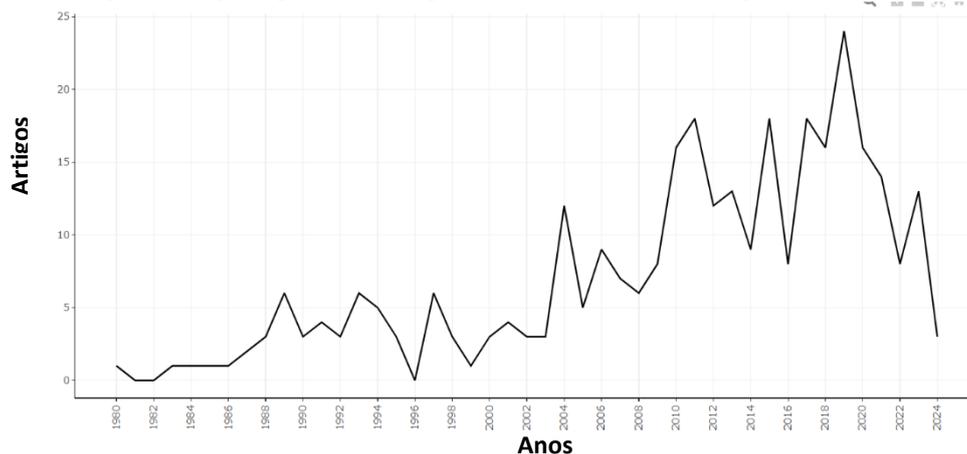


Fonte: próprias autoras (2024).

4 Resultados e Análise

Como resultados, a primeira figura ilustra o gráfico das produções científicas que faz referência ao uso da metodologia CTS/CTSA ao longo do período de 1980 à 2024 (Figura 1). De imediato, pode-se visualizar uma curva exponencial do início da contagem até o ano de 2019, indicando a real ascensão do tema nas últimas décadas. Observando mais detalhadamente os períodos, demonstra que entre os anos 1980 e 1990 houve uma atividade inicialmente reduzida, sugerindo que o método CTS/CTSA estava nos estágios iniciais de desenvolvimento e adoção no currículo escolar. Entretanto, em 1993 e 1999, a média de produções por ano mostra uma variação considerável com períodos de altas e baixas. Em 2004, observa-se um pico, indicando um ressurgimento do interesse na pesquisa sobre a metodologia CTS/CTSA, coincidindo, no Brasil, com as alterações realizadas na Lei 10.973/04, para medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica (BRASIL, 2004). A partir de 2020, observa-se uma queda, que pode ter relação com a crise sanitária mundial causada pelo Covid-19 (SCHNEEGANS et al. 2021). No entanto, cumulativamente, pode-se considerar que se manteve o aumento em pesquisas voltados ao tema.

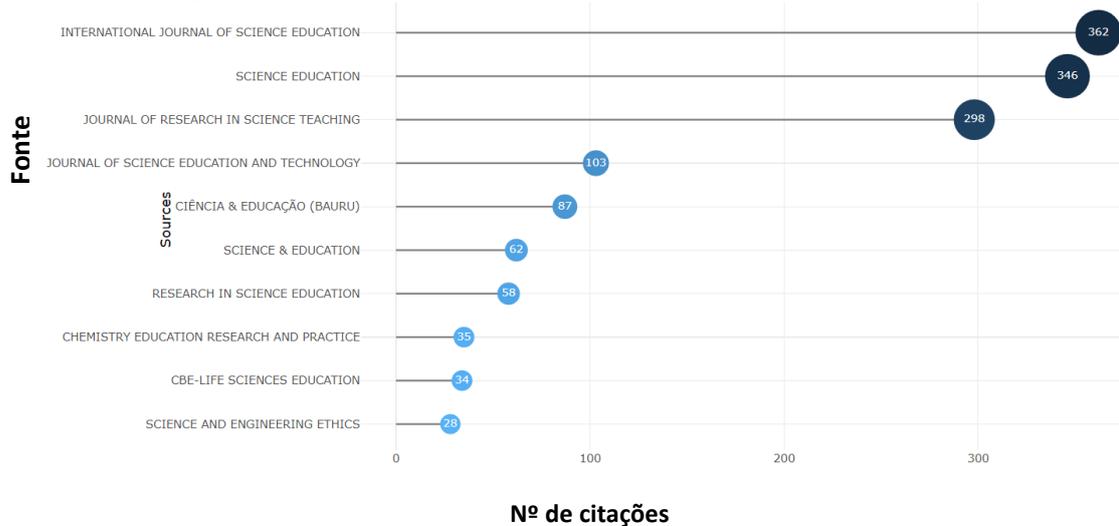
Figura 1 - Produções científicas globais ao longo do tempo sobre metodologia CTS/CTSA na educação básica.



Fonte: próprias autoras (2024).

O impacto local das fontes (Figura 2) demonstra quais revistas obtiveram resultados significativos em termos do maior índice de citações. Destacando-se três revistas com maior impacto em publicações que abordam temas centrais da metodologia CTS/CTSA, a “INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION”, com 362 citações, a revista “SCIENCE EDUCATION”, com 346 registros de citação, e o “JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING”, com 298 registros de citação. Além das três referências de maior relevância, vale destacar também a presença de revistas regionais, como a “CIÊNCIA & EDUCAÇÃO (BAURU)”, com 87 registros. Ainda que não esteja no topo, a presença de uma revista brasileira indica a relevância regional e a aplicação local das metodologias CTS/CTSA. O estudo desses periódicos favorece o conhecimento de ferramentas importantes para fomentar pesquisas que conectam a educação científica com questões sociais e tecnológicas.

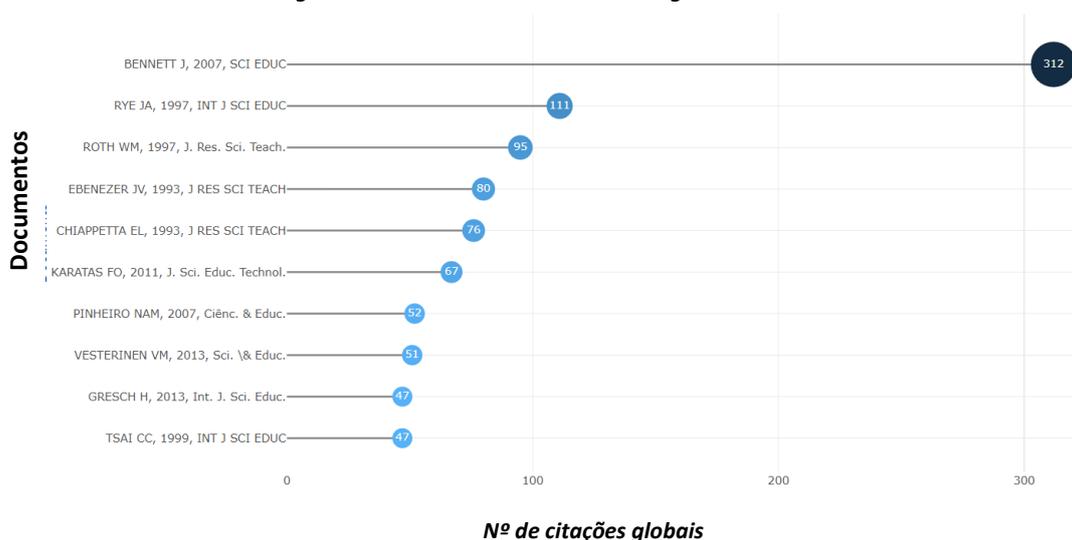
Figura 2 - Impacto local das fontes por nº de citações das produções.



Fonte: próprias autoras (2024).

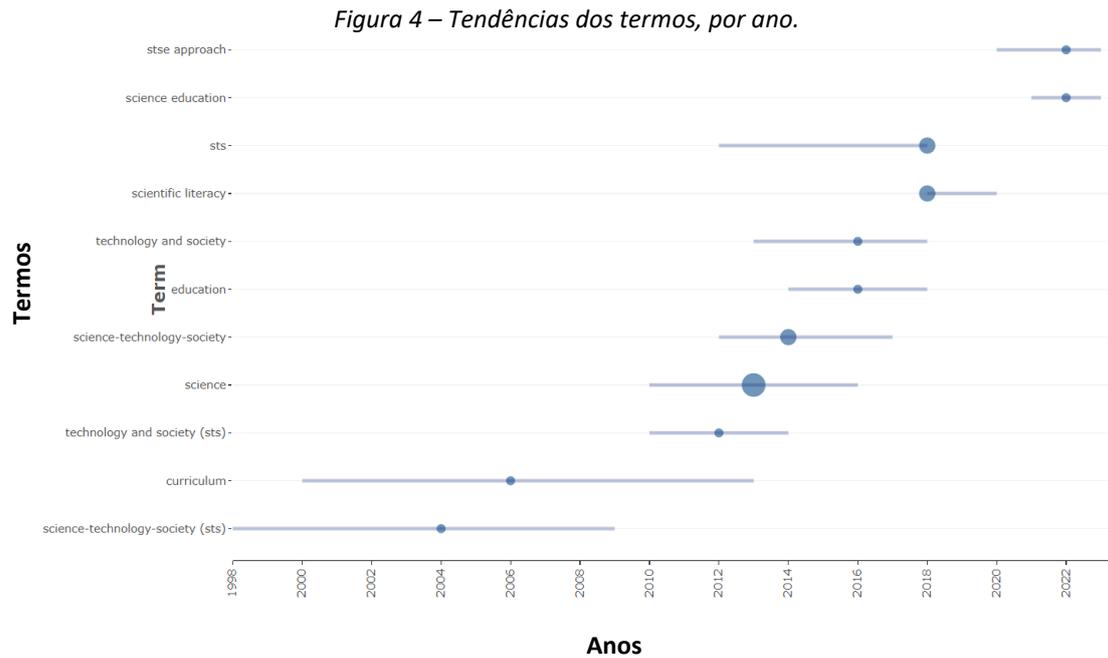
O gráfico abaixo (Figura 3) demonstra os autores com maior número global de citações. As quatro fontes de destaque são: Bennett J, 2007, com 312 citações, Rye Ja, 1997, com 111 citações, Roth Wm, 1997, J., com 95 citações, e Ebenezer Jv, 1993, com 80 citações. A análise desses dados é importante pois fornece uma visão abrangente dos autores globais que mais investem e promovem a evolução da metodologia CTS/CTSA na educação básica. Esses destaques podem inspirar pesquisadores, educadores e formuladores de políticas públicas a promoverem práticas educacionais que utilizem a metodologia CTS/CTSA, incentivando as práticas inovadoras que visam preparar os estudantes para enfrentar desafios complexos por meio de abordagens interdisciplinares na educação científica.

Figura 3 - Documentos mais citados globalmente.



Fonte: próprias autoras (2024).

A Figura 4 apresenta a frequência dos termos mais utilizados pelos autores em relação ao contexto CTS/CTSA nas produções científicas, nos últimos anos.



Fonte: próprias autoras (2024).

Os pontos azuis representam a frequência de cada termo, demonstrando, por meio de um índice de variação entre 2 e 6, a expressividade de seu uso. São frequentes o uso de termos específicos como "ciência", "ciência-tecnologia-sociedade", "alfabetização científica" e "CTS" nos anos de 2013 a 2018, coincidindo com o crescimento gradual da metodologia CTS/CTSA nesse período, conforme demonstrado na Figura 1. Esses resultados evidenciam a crescente tendência e o interesse da integração da ciência com a tecnologia e a promoção do método CTS/CTSA na educação básica.

A tabela 2, destaca os 5 principais países de referência com maior impacto de produções científicas sobre o tema, sendo eles os representantes de mais de 50% do total (124) autores. Por ausência de metadados a respeito das afiliações e países nos documentos extraídos da WoS, consideramos nesta análise somente os dados obtidos na Scopus de (64) referências.

Tabela 2: Países com maior frequência de produções científicas, de acordo com a Scopus.

País	Frequência
Indonésia	25
Brasil	22
Usa	20
Espanha	10
Tailândia	6

Fonte: Próprias autoras (2024).

A frequência de autores indica o número de pesquisadores de cada país que contribuiu para publicações sobre CTS/CTSA. Diversos fatores podem influenciar essas diferenças, como por exemplo, a maturidade de pesquisas, com domínio de publicações de autores de países como Indonésia, Brasil e EUA pode indicar uma comunidade de pesquisa mais consolidada e com maior experiência e foco na área de CTS/CTSA. Além disso, a existência de grupos de pesquisa estabelecidos facilita a colaboração, a troca de ideias e o desenvolvimento de projetos mais complexos. O contexto sociocultural também desempenha um papel importante, pois a demanda por pesquisas em CTS/CTSA pode variar de acordo com os desafios e as prioridades de cada país.

5 Conclusões

A análise bibliométrica realizada neste trabalho confirma a crescente adesão da comunidade científica à abordagem CTS/CTSA, especialmente no contexto da educação básica ao longo das últimas quatro décadas e meia. No mapeamento dos documentos mais citados na literatura abordando CTS/CTSA em diferentes perspectivas são destaque os autores Bennett J (2007), com 312 citações, Rye JA (1997), com 111 citações, Roth WM (1997), com 95 citações, e Ebenezer JV (1993), com 80 citações.

Por meio da análise da evolução dos termos mais utilizados em publicações sobre CTS/CTSA há tendência para o uso de "ciência", "ciência-tecnologia-sociedade" e "alfabetização científica" no ensino. Ao refletir sobre esses elementos, espera-se que pesquisadores, educadores e formuladores de políticas reconheçam os impactos do uso da metodologia CTS/CTSA no ensino, possibilitando aos estudantes uma educação científica mais crítica e reflexiva, que prepara para os desafios contemporâneos.

Embora a pandemia da COVID-19 tenha impactado a produção científica nos anos 2020 e 2021, observa-se que o número de publicações ao longo dos anos manteve-se crescente. É possível que esse resultado seja atribuído a diversos fatores, como, por exemplo, investimentos voltados às pesquisas acadêmicas, a produção de conteúdo voltados para o aperfeiçoamento dos métodos já existentes, que impulsionam o interesse, e até mesmo a atualizações nas diretrizes de pesquisas que promovem a rápida divulgação científica com destaque em sua importância no âmbito educacional, como garantia da possibilidade de implementação de projetos, que contribui para impulsionar a construção do interesse científico. O conjunto de possibilidades abre leque para novas aplicações da metodologia na educação, facilitando a aprendizagem de outros conceitos e fomentando debates sobre a educação científica e as influências do uso das metodologias aplicadas ao ensino básico.

Por fim, nos dados da Scopus, há uma concentração significativa de pesquisas sobre CTS/CTSA na Indonésia, Brasil e Estados Unidos. Esse resultado pode indicar a existência de grupos de pesquisa consolidados e com maior experiência na área. Essa concentração pode estar relacionada ao apoio de políticas públicas específicas que incentivam a produção científica em educação. Futuras pesquisas podem aprofundar a análise, explorando outras bases de dados e metadados para identificar as características das produções científicas e o impacto dessas publicações, bem como o interesse e as colaborações internacionais.

6 Referências

- AIKENHEAD, G. S. **Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame**. Educación Química, México, v. 16, n. 2, p. 114-315, 2018.
- ARIA, M. & Cuccurullo, C. bibliometrix: **Uma ferramenta R para análise abrangente de mapeamento científico**. Journal of Informetrics, 11(4), pp 959-975, Elsevier. 2017.
- ARAÚJO, Áurea Sandra et al. **CTSA no ensino médio integrado como prática libertadora e construtora de cidadãos planetários**. 2023.
- BENNETT, J.; LUBBEN, F.; HOGARTH, S. **Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching**. Science Education, v. 91, n. 3, p. 347–370, maio 2007.
- BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre estímulo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm. Acesso em: 19 de julho de 2024.
- PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio**. Ciência & Educação (Bauru), v. 13, p. 71-84, 2007.
- LAURINDO, A. P., DA SILVA, J. A. P., & NEVES, M. C. D. **Educação Para A Ciência E Cts: Um Olhar Interdisciplinar**. p. 11-191, 2020.
- MCBURNEY, M. K.; NOVAK, P. L. **What is bibliometrics and why should you care? Proceedings**. IEEE International Professional Communication Conference. Anais... Em: IPCC 2002 REFLECTIONS ON COMMUNICATION. IEEE INTERNATIONAL PROFESSIONAL COMMUNICATION CONFERENCE. Portland, OR, USA: IEEE, 2002. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1049094/>. Acesso em: 22 jul. 2024
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. manual**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
- SCHNEEGANS, Susan; LEWIS, Jake; STRAZA, Tiffany. **Relatório de Ciências da UNESCO: A corrida contra o tempo por um desenvolvimento mais inteligente—Resumo executivo e cenário brasileiro**. França: Baseline Arts Ltd, 2021.
- THELWALL, M. **Bibliometrics to webometrics**. Journal of Information Science, v. 34, n. 4, p. 605–621, ago. 2008.
- TRICCO, A. C. et al. **PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation**. Annals of Internal Medicine, Citation Key: tricco2018, v. 169, n. 7, p. 467–473, 2 out. 2018. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M18-0850>. Acesso em: 29 mar. 2024.

TSAI, C. **A science teacher's reflections and knowledge growth about STS instruction after actual implementation.** *Science Education*, v. 86, n. 1, p. 23–41, jan. 2002.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. **“De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável.** In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. *CTS e Educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa.* Brasília: Editora da UnB, p. 162-184, 2011.

YAGER, R. E.; AKCAY, H. **Comparison of Student Learning Outcomes in Middle School Science Classes with an STS Approach and a Typical Textbook Dominated Approach.** *RMLE Online*, v. 31, n. 7, p. 1–16, jan. 2008.