

# Educação CTS e Educação STEM: Uma Análise Comparativa

## STS Education and STEM Education: A Comparative Analysis Educación CTS y Educación STEM: Un Análisis Comparativo

Iasmim Santana Andrade,<sup>id</sup> e Paulo Marcelo Marini Teixeira<sup>id</sup>

### Resumo

Há algum tempo são disseminadas pelo mundo as chamadas abordagens STEM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), chegando também ao Brasil, sendo difundidas nos eventos, publicações em revistas e em sites educacionais, artigos, dissertações e teses. O objetivo deste trabalho foi analisar as abordagens STEM à luz das premissas estabelecidas pelo Movimento CTS e pela Pedagogia Histórico-Crítica. A pesquisa foi baseada nas abordagens qualitativas e a coleta de dados foi realizada por meio do levantamento de artigos, dissertações, teses, livros e capítulos de livros. Para análise dos dados adotamos o ciclo analítico proposto por Robert Yin. Nos resultados apresentamos características demarcadoras de STEM e identificamos aproximações e distanciamentos em relação à Educação CTS. Argumentamos que uma das principais diferenças entre as referidas correntes está na perspectiva crítica assumida pela Educação CTS, pelo menos no contexto latino-americano, correspondendo a uma proposta curricular vislumbrando o exercício pleno da cidadania, principalmente no que diz respeito à participação social e aos interesses ligados às transformações da sociedade, contrastada com a perspectiva pragmática, economicista e mercadológica típica dos projetos STEM, sinalizando para uma educação que direciona os estudantes prioritariamente para suas escolhas profissionais, no sentido de atendimento às demandas específicas estabelecidas pela economia e pelo mercado de trabalho.

*Palavras-chave:* abordagens STEM, CTS, Pedagogia Histórico-Crítica

### Abstract

In recent years the STEM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) approaches have been disseminated throughout the world, and have also reached Brazil, where they are disseminated at events, published in periodicals and on educational websites, articles, dissertations and theses. The objective of this study was to analyze STEM considering the premises established by the STS Movement and Historical-Critical Pedagogy. The research was based on qualitative approaches and data collection was carried out through a survey of articles, dissertations, theses, books and book chapters. To analyze the data, we adopted the analytical cycle proposed by Robert Yin. In the results, we present characteristics that demarcate STEM and identify differences in relation to STS Education. We argue that one of the main differences between these currents is the critical perspective assumed by STS Education, at least in the Latin American context, corresponding to a curricular proposal that envisions the full exercise of citizenship, mainly with regard to social participation and interests linked to social transformation, contrasted with the pragmatic, economic and market-oriented perspective typical of STEM projects, signaling an education that directs students primarily towards their professional choices, in the sense of meeting the specific demands established by the economy and the labor market.

*Keywords:* STEM, STS Education, Historical-Critical Pedagogy

## Resumen

Desde hace algún tiempo, los enfoques llamados STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se difunden en todo el mundo, llegando también a Brasil, siendo difundidos en eventos, publicaciones en revistas y sitios web educativos, artículos, disertaciones y tesis. El objetivo de este trabajo fue analizar los enfoques STEM en vista de las premisas establecidas por el Movimiento CTS y la Pedagogía Histórico-Crítica. La investigación se basó en enfoques cualitativos y la recolección de datos se realizó mediante la encuesta de artículos, disertaciones, tesis, libros y capítulos de libros. Para analizar los datos, adoptamos el ciclo analítico propuesto por Robert Yin. En los resultados, presentamos características definitorias de STEM e identificamos similitudes y distancias en relación con la Educación CTS. Sostenemos que una de las principales diferencias entre las corrientes antes mencionadas es la perspectiva crítica asumida por la Educación CTS, al menos en el contexto latinoamericano, correspondiente a una propuesta curricular que contempla el ejercicio pleno de la ciudadanía, principalmente en lo que respecta a la participación y los intereses sociales, vinculado a la transformación social, en contraste con la perspectiva pragmática, economicista y de marketing típica de los proyectos STEM, señalando una educación que orienta a los estudiantes principalmente hacia sus elecciones profesionales, con el fin de satisfacer las demandas específicas establecidas por la economía y el mercado laboral.

*Palabras clave:* STEM, Educación CTS, Pedagogía Histórico-Crítica

## Introdução

Durante muito tempo, o ensino de ciências foi trabalhado dentro de uma perspectiva tradicional, basicamente orientada pela ideia de transmissão de conteúdos conceituais abstratos e distantes da realidade dos estudantes. Os objetivos deste ensino estariam associados à transmissão de conhecimentos científicos e à formação geral dos alunos, principalmente projetando o acesso deles aos cursos vinculados à educação técnica e/ou superior. Os problemas e deficiências do ensino tradicional já foram amplamente discutidos pela literatura na área de Educação em Ciências (EC). Diante deste cenário, pelo menos nas quatro últimas décadas, muitas alternativas foram buscadas para criar soluções em relação aos problemas apontados quanto às fragilidades formativas contidas no ensino desenvolvido em suas formas mais tradicionais. Recentemente uma nova proposta vem se popularizando pelo mundo: as chamadas abordagens STEM. Elas vêm sendo difundidas em diversos espaços, eventos e publicações, como em encontros e congressos, revistas de divulgação educacional, artigos, dissertações, teses, entre outros veículos de comunicação. Observamos também que é uma perspectiva de ensino que vem sendo disseminada e, em certo sentido, experimentada no Brasil. Nos chamou a atenção que STEM apareça nas publicações acadêmicas e educativas, ora sendo descrita como uma abordagem, ora como proposta de currículo, ora como movimento educativo (Colucci-Gray et al., 2019; Maia et al., 2021; Pugliese, 2017; Toma & Garcia-Carmona, 2021).

De nossa parte, trabalhamos com Educação CTS<sup>1</sup> já há algum tempo e integramos um grupo de pesquisa vinculado aos estudos CTS na área de Educação em Ciências<sup>2</sup>, com a definição do tema de pesquisa para o mestrado da primeira autora<sup>3</sup> do artigo ficando justamente dentro deste programa de pesquisa<sup>4</sup>.

Com base em nossas experiências com os referenciais CTS, aos termos contato com alguns textos sobre STEM, identificamos, a princípio, algumas possíveis aproximações entre as duas abordagens. Destacamos o fato de as duas abordagens trazerem a C — T em seus acrônimos, serem propostas voltadas para o ensino de ciências e defenderem a utilização de abordagens interdisciplinares para os processos de ensino e aprendizagem na área. Entretanto, não temos conhecimento sistematizado sobre as pretensões pedagógicas contidas nos programas STEM, o que, de certa forma, requisita a realização de pesquisas que se debrucem sobre o assunto. Com efeito, delimitamos o seguinte problema para orientar o trabalho de investigação: considerando que as abordagens CTS e STEM se constituem como propostas alternativas para o ensino de ciências, quais aproximações e distanciamentos poderiam ser identificados entre essas duas perspectivas?

O objetivo proposto para o trabalho aqui relatado foi identificar as proximidades e distanciamentos entre as referidas abordagens, a partir da análise comparativa de suas singularidades e tomando por base a literatura existente sobre o assunto. Além disso, desenvolvemos uma análise crítica sobre as abordagens STEM à luz das premissas estabelecidas pela Educação CTS pensadas articuladamente com os aportes oferecidos pela Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), já que em nosso grupo de pesquisa trabalhamos articuladamente com esses referenciais teóricos (CTS/PHC).

Portanto, este estudo se justificou dada a escassez de pesquisas sobre STEM dentro de uma abordagem crítica em nosso país. Compreendemos como trabalhos não críticos aqueles que apenas apresentam STEM com a finalidade de incentivar sua implementação, sem estabelecer análises sobre suas potencialidades e adequações em relação ao ensino tradicionalmente desenvolvido em nossas escolas, visto que, em nossa pesquisa, sobretudo na parte de revisão inicial de bibliografia, os trabalhos encontrados se caracterizavam justamente por esse viés acrítico. Do mesmo modo, não encontramos trabalhos que promovessem diálogo pertinente entre as perspectivas em questão, por meio de análise comparativa. De acréscimo, em nossas leituras iniciais, percebemos que os textos tratavam do assunto de maneira superficial, sobretudo no sentido de não explicitarem as bases educacionais e pedagógicas que sustentam a referida perspectiva, daí o fragmentado conhecimento sistematizado que temos sobre essa abordagem. Então, a nosso ver, precisamos mesmo compreender melhor suas origens e intencionalidades,

1 Consideramos a *Educação CTS* como parte do *Movimento CTS* que se envolve com estudos, reflexões, pesquisas e práticas dedicadas a aplicar as premissas CTS na área de Educação em Ciências.

2 Participamos do grupo de pesquisa GP – CTS: Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Movimento CTS, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores. Veja a homepage deste grupo no seguinte endereço: <http://www2.uesb.br/grupos/gpcts/>.

3 Este manuscrito deriva do trabalho de mestrado da primeira autora do artigo.

4 Para uma discussão sobre a Educação CTS como um programa de pesquisa veja Teixeira (2024).

incluindo discussões sobre concepções de educação e currículo, objetivos, métodos, papel da escola, papel do professor, papel dos alunos e recursos e estratégias didáticas necessárias para a aplicação desta nova tendência. Assim, com o desenvolvimento da investigação, pretendemos adensar a literatura sobre a referida temática, oferecendo à comunidade de educadores em ciências uma possibilidade de obter mais informações e elementos para uma análise crítica em relação a essa abordagem que agora é disseminada em nossa área.

## Contextualização Teórica

De acordo com Teixeira (2003a), o Movimento CTS emerge em vários países do mundo de maneira simultânea, devido às preocupações que foram surgindo quanto ao emprego de conhecimentos científicos e tecnológicos e suas repercussões sobre a sociedade e o meio ambiente. Neste sentido, o Movimento defende que as pessoas, de modo geral, devem se aproximar dessas questões e compreendê-las, com o objetivo de atuarem na sociedade exercendo sua cidadania. Considerando que o ensino tradicional tende a não promover uma formação que mobilize a criticidade e a problematização dessas questões, concebeu-se a ideia de levar as premissas do Movimento CTS para a área educacional, pelo menos dentro da área de ensino de ciências. Então, surgiu a Educação CTS trazendo propostas de modificação nas estruturas curriculares para o ensino das disciplinas da referida área (Pinheiro et al., 2007; Santos & Auler, 2011; Santos & Mortimer, 2000).

Santos e Mortimer (2000) destacaram que o objetivo encontrado para as propostas CTS é alfabetizar os educandos do ponto de vista científico e tecnológico, oferecendo uma formação adequada para que eles participem ativamente da sociedade, na tomada de decisões acerca de questões sociocientíficas, ou seja, trata-se de formar as pessoas para o exercício da cidadania. Assim, observamos na literatura diversas alusões a objetivos propostos para a Educação CTS, geralmente se referindo à formação dos estudantes para o exercício da cidadania e para a participação em processos de tomada de decisão (participação social). Todavia, considerando Teixeira (2020; 2023), a nosso ver, não faz sentido discutir os objetivos dos processos de ensino envolvidos nas práticas CTS sem pensar e refletir sobre a concepção de educação e seu papel na sociedade que estariam subjazendo essas próprias práticas. Para o referido autor, no contexto latino-americano, os pesquisadores CTS procuram assumir uma

concepção de educação emancipadora, voltada para um projeto de formação de pessoas críticas em relação à sociedade excludente em que vivemos, considerando os mais variados aspectos; e que busquem, instrumentalizados pelo ensino e conhecimentos que recebem, alternativas para a transformação social (Teixeira, 2023, p. 335).

No que diz respeito aos conteúdos tratados, aspectos como o planejamento das aulas, disciplinas e cursos CTS são abordados a partir de um ponto de partida que

considera uma problemática social conectada com assuntos e questões de interesse científico e/ou tecnológico: “num curso tipo CTS, o polo de atração do ensino não está necessariamente vinculado aos conceitos. O centro da programação é constituído por temas sociais” (Teixeira, 2003a, p. 24). Trabalhando a partir de temas sociais, a ideia de C — T neutra torna-se objeto de problematização e é desconstruída, além disso, rompe-se com o mero ensino das leis e conceitos que explicam os fenômenos. Desse modo, os alunos são direcionados a refletir a respeito dos usos políticos e sociais desses conhecimentos e a discussões sociocientíficas (Pinheiro et al., 2007; Conrado & Neto, 2018).

Ainda em relação aos estudantes, Pinheiro et al. (2007) discutem o papel dos alunos nas propostas CTS. Os autores destacam que essas propostas procuram romper com a pedagogia como um instrumento de controle do professor. Os estudantes deixam a condição de passividade e subserviência e trabalham junto com o professor na construção/produção de saberes e práticas. Considerando tudo isso, de acordo com Teixeira (2003a), o papel dos professores em cursos CTS passa pela coordenação de situações de aprendizagem, atuando enquanto mediadores durante o desenvolvimento das atividades.

Uma singularidade dos trabalhos desenvolvidos dentro do GP-CTS está na adoção de uma perspectiva CTS articulada com a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), visto que o Brasil é um país em desenvolvimento desigual e imerso em forte crise que afeta nosso processo civilizatório, incluindo nossa democracia. Com isso, é imprescindível colocarmos em evidência as discussões concernentes aos problemas relacionados às assimetrias e injustiças sociais que marcam a realidade do país. Considerando este contexto, a articulação dos referenciais CTS e PHC é justificada por ser esta uma corrente teórico-pedagógica que levanta questões importantes para pensarmos os dilemas da educação brasileira, e que, associada aos aportes CTS, fortalece o potencial crítico de nossas práticas (Teixeira, 2020). A PHC é uma teoria pedagógica contra-hegemônica, pois busca “orientar a educação tendo em vista a transformação da sociedade, posicionando-se contra a ordem existente” (Saviani, 2019, p. 17). A seguir, exploraremos com mais detalhes as premissas da PHC utilizadas em nossa investigação e, depois, abordaremos alguns pontos de aproximação desse aporte teórico com as ideias defendidas pelo Movimento CTS, em sua expressão educativa, isto é, a Educação CTS.

A PHC é uma corrente pedagógica concebida pelo professor Dermeval Saviani na década de 1970. Saviani (2011) comenta que essa época foi marcada pelo desenvolvimento de análises sobre o papel da educação na sociedade contemporânea e que parte dessas análises trouxeram duras críticas em relação a algumas correntes que influenciaram o pensamento pedagógico em nosso país, incluindo o ensino tradicional e as várias nuances do escolanovismo desenvolvido aqui no país até os anos 1980 (Teixeira, 2003b). Na esteira dessas análises, Teixeira (2003), Campos (2017) e Coelho e Campos (2022) apontaram que a área de Educação em Ciências tende — frequentemente — a adotar ideários não críticos em propostas ditas inovadoras, mas que acabam assumindo perspectivas politicamente desinteressadas, colaborando para a manutenção de visões ingênuas sobre a escola e suas relações com a sociedade mais ampla e suas contradições.



Na concepção da PHC, “a primeira condição para se atuar de forma consistente no campo da educação é conhecer, da forma mais precisa possível, o modo como se encontra estruturada a sociedade” (Saviani, 2013, p. 26). O referido autor evidencia o papel fundamental da escola para superação do sistema capitalista e do contexto desigual aos quais estamos submetidos. Ele afirma que não há como compreender a educação sem refletirmos sobre o trabalho realizado nas escolas, e que este trabalho é necessário no sentido do desenvolvimento cultural que contribua para o desenvolvimento geral dos sujeitos, isto é, pensamos também em uma educação que se preocupe com a formação da consciência crítica. Para Saviani (2011), a própria escola é compreendida a partir do desenvolvimento da sociedade ao longo da história, por isso são instituições que representam elementos essenciais na busca por uma sociedade mais justa e socialmente igualitária.

Os adeptos da PHC vêm ao longo dos anos se empenhando no sentido de avançar e amadurecer seus princípios teóricos constitutivos e, ao mesmo tempo, exercitar práticas que sejam coerentes com eles, oferecendo aportes para a construção de práticas de ensino alinhadas com projetos voltados para a formação do pensamento e para o entendimento da realidade concreta (Liporini & Diniz, 2022; Saviani, 2019). Neste sentido são premissas estruturantes para o trabalho a ser realizado:

- i) Uma concepção de educação emancipadora, voltada para um projeto de formação de pessoas críticas em relação à sociedade excludente em que vivemos, considerando os mais variados aspectos; e que busquem, instrumentalizados pelo ensino e conhecimentos que recebem, alternativas para a transformação social.
- ii) Objetivos da educação científica, junto com as demais disciplinas e atividades vivenciadas pelos estudantes nas escolas, centrados na formação para o exercício da cidadania e na constituição de uma cultura científica socialmente significativa.
- iii) Conteúdos de ensino que articulem adequadamente aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade, marcados pelo tratamento de temas sociais de interesse para os alunos e de relevância para toda a sociedade, em que os conteúdos científicos (conceitos, atitudes e habilidades) sejam instrumentos para a participação social e para subsidiar processos de tomada de decisão bem fundamentadas.
- iv) Estratégias e recursos didáticos mobilizados para criar atividades dinâmicas, dentro de uma atmosfera formativa marcada pela participação dos alunos e por métodos interativos e dialógicos de estudo, difusão e discussão de questões sociocientíficas.
- v) Avaliação centrada no processo, buscando sempre o aprimoramento das aulas, cursos e demais processos formativos, na tentativa de garantir consistente aprendizagem e formação de qualidade para todos (Teixeira, 2023, pp. 335–336).

Assim, CTS e PHC oferecem elementos inestimáveis para a compreensão do papel de propostas educativas vinculadas, por exemplo, à área de Educação em Ciências. Por isso, neste trabalho utilizamos suas contribuições para refletir sobre as premissas e orientações que acabam influenciando as chamadas abordagens STEM.

## Metodologia

O trabalho desenvolvido foi baseado nas abordagens qualitativas de pesquisa educacional (Bogdan & Biklen, 2010). No âmbito das pesquisas qualitativas, entre as modalidades disponíveis, considerando nosso objeto de investigação, realizamos uma pesquisa de natureza bibliográfica. Segundo Malheiros (2011) “a finalidade da pesquisa bibliográfica é identificar na literatura disponível as contribuições científicas sobre um tema específico. Ela consiste em localizar o que já foi pesquisado e estudado em diversas fontes, confrontando seus resultados” (p. 81). Com isso, é possível examinar os resultados encontrados em diversos trabalhos, comparando suas ideias, no sentido de verificar os pontos de divergências e de similaridades sobre o assunto pesquisado. A coleta de dados foi realizada por meio de um levantamento de artigos, dissertações, teses, livros e capítulos de livros relativos às abordagens STEM. Esse material bibliográfico foi localizado em bases de dados como Scientific Eletronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, Portal de Periódicos Capes, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e bancos de dissertações e teses vinculados aos programas de pós-graduação. Para isso, utilizamos as seguintes palavras-chave durante o processo de busca: STEM; Abordagem(ns) STEM; Educação STEM; STEAM.

Como foi assinalado na seção introdutória do artigo, as abordagens STEM são relativamente recentes em nosso país. Algo importante a destacar é que nem todos os textos selecionados para análise são oriundos do Brasil, isto é, parte dos textos foi publicada em veículos de outras localidades, ainda assim, foram mantidos na análise, pois são textos que influenciam a formação do ideário brasileiro a respeito desta corrente educacional. A partir das buscas realizadas, considerando material textual selecionado, verificamos que na produção de trabalhos sobre STEM no Brasil existe a predominância de propostas interventivas, já que encontramos vários trabalhos sobre aplicações de sequências didáticas, projetos de extensão, oficinas, entre outras atividades. Todavia, como o foco da pesquisa não era desenvolver um estudo de mapeamento dessas produções, mas sim, compreender a essência das propostas STEM, comparando-as em relação às premissas defendidas pela Educação CTS em articulação com a PHC (CTS/PHC), focalizamos atenção apenas nos aspectos gerais que permitem caracterizar minimamente as chamadas abordagens STEM. Assim, a base de dados foi composta apenas por textos que trouxessem como foco a discussão conceitual dessas propostas. Com efeito, a preferência foi utilizar textos teóricos, isto é, aqueles que traziam elementos que nos permitissem caracterizar tais propostas, analisá-las preliminarmente e estabelecer alguma base de comparação com CTS/PHC.

O processo de busca nos ofereceu inicialmente 27 trabalhos, entre os quais, 10 foram descartados por estarem distantes dos objetivos da investigação. Com efeito, o corpus de análise foi formado por 17 textos publicados no período de 2009 até 2023.

### Figura 1

*Composição do corpus de materiais bibliográficos analisados na pesquisa*

Código	Referências Bibliográficas	Nacionalidade dos Autores
T1	Bacich, L., & Holanda, L. (2020). STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In L. Bacich, & L. Holanda (Eds.), <i>STEAM em sala de aula</i> (pp. 1–12). Penso.	Brasil
T2	Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A critical review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). <i>Oxford Research Encyclopedia of Education</i> , 1–26.	Reino Unido
T3	Moreira, M. A. (2018). O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI. <i>Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia</i> , 11(2), 224–233.	Brasil
T4	Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., & Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. <i>Revista Iberoamericana de Educación</i> , 87(2), 13–33.	Espanha
T5	Pugliese, G. O. (2017). <i>Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM</i> (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo). Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp.	Brasil
T6	Pugliese, G. O. (2021). <i>STEM education no contexto das reformas educacionais: os efeitos das políticas de educação globalizantes no currículo e na profissionalização docente</i> (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital USP.	Brasil
T7	Pugliese, G. O. (2020a). STEM education: um panorama e sua relação com a educação brasileira. <i>Currículo sem Fronteiras</i> , 20(1), 209–232.	Brasil
T8	Pugliese, G. O. (2020b). Um panorama do STEAM education como tendência global. In L. Bacich, & L. Holanda (Eds.), <i>STEAM em sala de aula</i> (pp. 13–28). Editora Penso.	Brasil
T9	Sánchez, D. L. V., & García-Martínez, A. (2021). Educación STEM, um campo de investigación emergente: análisis bibliométrico entre 2010-2020. <i>Investigaciones em Ensino de Ciências</i> , 26(3), 195–219.	Colômbia
T10	Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. <i>The Technology Teacher</i> , 68(4), 20–26.	Estados Unidos
T11	Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. <i>Enseñanza de Las Ciencias</i> , 39(1), 65–80.	Espanha



**Figura 1**

*Composição do corpus de materiais bibliográficos analisados na pesquisa (continuação)*

<b>Código</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>Nacionalidade dos Autores</b>
T12	García-Carmona, A. (2023). Integración de la ingeniería en la educación científico-tecnológica desde un prisma CTS. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 41(1), 25–41.	Espanha
T13	Lorenzin, M. P. (2019). <i>Sistemas de atividade, tensões e transformações em STEAM</i> (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.	Brasil
T14	Furtado, M. K. (2023). <i>O estado da arte da educação STEAM por meio do bibliometrix</i> (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Paraná, Curitiba, Paraná). Universidade Estadual do Paraná.	Brasil
T15	Perales-Palacios, F. J., & Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? <i>Revista de Educación Científica</i> , 4(1), 1–15.	Espanha
T16	Maia, D. L., Carvalho, R. A., & Appelt, V. K. (2021). Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. <i>Revista Tecnologia e Sociedade</i> , 17(49), 68–88.	Brasil
T17	Basile, V., & Azevedo, F. S. (2022). Ideology in the mirror: a loving (self) critique of our equity and social justice efforts in STEM education. <i>Science Education</i> , 106, 1084–1096.	Estados Unidos

Para análise dos dados, adotamos o ciclo analítico de Yin (2016), composto por cinco etapas: compilar; decompor; recompor; interpretar; concluir. De acordo com o autor supracitado, a primeira fase — compilar — consiste no tratamento exploratório dos dados obtidos durante a coleta, principalmente por meio de leituras preliminares e compilações de trechos que inicialmente chamam a atenção dos pesquisadores. A segunda fase — decompor — refere-se às leituras mais aprofundadas e ao processo de fragmentação dos dados em elementos menores (unidades de significado). Na terceira etapa — recompor — os pesquisadores identificam padrões mais amplos encontrados nos dados, gerando, com ajuda dos marcos teóricos-conceituais, as categorias de análise. A quarta etapa — interpretar — consiste em dar significado aos dados e interpretá-los conforme os subsídios oferecidos pelos referenciais assumidos durante a pesquisa. Por fim, a quinta etapa é denominada — concluir — referente ao processo de geração de declarações abrangentes ou uma série de inferências que elevam os resultados de um estudo a um nível conceitual mais amplo (Yin, 2016).

A seguir apresentamos, com base no processo de recomposição dos dados, as categorias consideradas para o processo de análise (Figura 2). Essas categorias foram elaboradas tomando como referências Teixeira (2003b, 2020).

**Figura 2***Categorias de Análise*

<b>Categorias de análise</b>
1. Origens das abordagens STEM e CTS
2. Concepções de educação e papel da escola
3. Objetivos de Ensino
4. A dimensão dos conteúdos nas abordagens STEM e CTS
5. Estratégias, metodologias e recursos didáticos
6. Papel do professor e papel dos alunos
7. A natureza da Ciência e da Tecnologia

**Resultados**

Neste artigo, por questões de limitação de espaço, nos dedicaremos somente à discussão dos dados relativos às categorias 1, 2, 3 e 4. As demais categorias mencionadas no Quadro 2 serão objeto de atenção em publicação futura. Para a construção da discussão nos casos supracitados foi utilizada uma estratégia considerando a utilização do Ciclo Analítico de R. Yin. Assim, na sequência temos o texto produzido a partir das etapas de decomposição, recomposição e interpretação dos dados referentes a cada categoria. Algumas citações de segmentos que aparecem na análise estão grafadas em *itálico* ou destacadas do texto principal; outros segmentos de textos oriundos dos dados foram parafraseados para compor a análise apresentada a seguir. Em ambos os casos, os códigos de T1 a T17 são indicados para sinalizar a fonte do fragmento textual utilizado em cada caso.

**Origens das Abordagens STEM e CTS**

Como vimos anteriormente, CTS se refere a um amplo movimento gerador de repercussões em várias áreas, sendo tarefa arriscada definir de forma precisa os contornos de suas origens. Mas é fato que a Educação CTS surgiu com a intenção de incorporar ao contexto educacional (ensino de ciências) as premissas desta corrente de estudos e pesquisas (Aikenhead, 2005; Chrispino, 2017; Pinheiro et al., 2007; Teixeira, 2023). De forma mais ampla, CTS surgiu em um contexto de críticas ao modelo desenvolvimentista, gerador de significativos impactos na organização social e ambiental e de reflexões sobre o papel da C - T na sociedade (Santos, 2011). Em linhas gerais, Chrispino (2017) indica que os textos alusivos à CTS mencionam “o surgimento de movimentos sociais que se contrapunham aos impactos danosos dos avanços científicos e tecnológicos”, daí a geração da ideia de *Movimento CTS*, mas também ocorreram “ações reflexivas de profissionais da C — T que iniciaram discussões acerca das consequências” (p. 5) dos saberes científicos para o meio social. O autor faz referência à CTS como um campo

complexo cuja missão é trabalhar por interpretações da C — T como processos sociais. Ademais, as reflexões CTS exigem aportes da Sociologia, da Filosofia, da História, da Economia, da Política, da Psicologia, dos Valores e tantas outras dimensões necessárias para a construção de uma perspectiva crítica sobre o empreendimento científico-tecnológico e suas repercussões em relação à sociedade.

No eixo educativo do referido movimento, na perspectiva da Educação CTS, como denominamos aqui, temos propostas curriculares que buscam incorporar nas aulas e outros espaços formativos questões como a preocupação com os impactos do uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos no meio ambiente, na vida das pessoas e na vida em sociedade; as reflexões sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia; o estímulo ao exercício da cidadania, entre outras questões que marcam historicamente a agenda CTS em diferentes contextos (Chrispino, 2017; Cachapuz et al., 2008; Teixeira, 2003a; Pinheiro et al., 2007; Santos, 2011). De acordo com Strider (2012), um dos pontos-chave da Educação CTS é justamente “proporcionar uma perspectiva mais rica e mais realista sobre a história e a natureza da ciência” (p. 16), bem como tornar a ciência mais atraente e acessível aos estudantes.

Notamos que nas origens do Movimento CTS, temos grupos se mobilizando para reivindicar a participação das pessoas nas discussões que dizem respeito à sociedade e ao meio ambiente (ativismo CTS) e grupos de acadêmicos discutindo os jogos de interesses existentes por trás do desenvolvimento científico e tecnológico (Silva, 2015). Com efeito, entendemos que tais movimentos fluem no sentido de motivar as pessoas a se envolverem com as discussões sobre C — T de um ponto de vista crítico (Teixeira, 2003a), problematizando e questionando os posicionamentos e opiniões de autoridades políticas, científicas e tecnológicas, entendendo que estas não são pessoas incontestáveis e nem sequer são portadoras de verdades absolutas e livres de interesse (Pinheiro et al. 2007). Logo, a Educação CTS não focaliza “as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas disponibiliza (...) representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas” (Santos & Mortimer, 2000, p. 3).

Portanto, CTS, desde os anos 1960, aparece na forma de movimentos sociais e de estudos e reflexões desenvolvidos no âmbito do meio acadêmico. Há pelo menos quatro tradições vinculadas ao Movimento: (i) grupos de ativistas levantando criticamente argumentos ligados à C — T, apontando para os riscos e outros diversos problemas oriundos da “chamada prosperidade tecnológica” (Chrispino, 2017, p. 10); (ii) grupos de acadêmicos responsáveis pelos chamados Estudos CTS (parte deles ligados às Ciências Sociais e engenheiros preocupados com os rumos do desenvolvimento), divididos em, pelo menos, duas partes, uma dedicada ao estudo de políticas públicas vinculadas à C — T e a outra desenvolvendo críticas sociais e políticas; (iii) grupos de educadores e pesquisadores preocupados com a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, constituindo, como já assinalamos, o braço educativo do movimento; (iv) estudos diversos realizados em áreas como a Sociologia, História e Filosofia da Ciência e da

Tecnologia que ofereceram aportes imprescindíveis para as reflexões sobre a Natureza da Ciência e do empreendimento científico e tecnológico. Assim, o Movimento CTS e a Educação CTS são correntes originárias de um conjunto complexo e heterogêneo de profissionais, ativistas, acadêmicos, filósofos, educadores, intelectuais, entre outros atores que, dotados de preocupações diversas, se interessam pelos impactos econômicos, societários, ambientais, políticos, éticos e culturais e buscam formas de ampliar a participação da sociedade nas tomadas de decisão envolvendo C — T (Chrispino, 2017).

A Educação STEM, por sua vez, embora não tenha surgido dentro das escolas, foi idealizada desde o princípio, especificamente, para o contexto educacional (T4; T5; T8; T9; T10; T11; T14). No entanto, os fatores que motivaram a elaboração dessas propostas não visavam atender demandas formativas mais amplas, como a formação crítica dos estudantes e a formação para cidadania; elas se voltam para demandas instrumentais, fundamentadas na dimensão econômica do corpo social, com finalidades ligadas ao desenvolvimento e competitividade tecnológica para diversos países (T5; T14; T17). Em T17, por exemplo, os autores destacam que “*o conhecimento STEM é normativamente operacionalizado para benefício econômico empresarial, muitas vezes envolvendo a exploração de povos e terras marginalizadas*” (T17, p. 1093).

A origem da Educação STEM nos Estados Unidos (EUA) é marcada por pressões políticas e de corporações privadas que financiaram programas educacionais para incentivar sua propagação e implementação, visando despertar o interesse dos estudantes americanos pelas áreas STEM (T5; T14), por serem estas áreas que, em tese, representariam potencial para impulsionar o desenvolvimento econômico e tecnológico, que, conseqüentemente, favoreceria o crescimento, o fortalecimento e a competitividade do país. Sanders (2009) afirma que os financiamentos para todos os programas relacionados às abordagens STEM fluíram de maneira muito rápida nos Estados Unidos. O referido autor denomina esse movimento de *STEMmania* (T10, p. 20). Na esteira deste processo, T15 afirma que em 2009 STEM “*sofreu uma expansão global com base nas necessidades sociais estabelecidas pela National Governor’s Association<sup>5</sup>, que definiu a promoção de uma identidade STEM entre os cidadãos como meio de manter a competitividade econômica*” (p. 6).

No caso brasileiro, T14 afirma que pela falta de apoio financeiro, STEM tem sido implementado a partir de atividades individuais, por iniciativa própria de professores ou de escolas privadas. T16 corrobora com essa afirmação, assinalando que as práticas STEM ainda são incipientes no contexto nacional. Eles destacam que a predominância de trabalhos interventivos STEM está mais focalizada no sul do país, seguida pelas regiões Sudeste e Centro-Oeste, sendo que, dos trabalhos analisados na pesquisa desses autores, a maior parcela foi implementada no contexto do ensino médio.

Assim, conforme a análise apontou, Movimento CTS e Educação STEM tem origens diferentes e com motivações divergentes. Enquanto o primeiro convoca pessoas para o engajamento na participação social, pensando em uma formação para o exercício

5 A National Governor’s Association, fundada em 1908, é uma organização política americana. Os seus membros são governantes dos estados, comunidades e territórios estadunidenses. Ela promove a ligação entre os governos estaduais e federais para o estabelecimento de políticas públicas. Fonte: <https://www.nga.org/>

da cidadania, o segundo visa incentivar pessoas a se envolverem com as áreas STEM, no sentido de qualificá-las para o encaminhamento profissional (T14). Esse último, tem suas origens marcadas e/ou orientadas por lemas típicos do “aprender a aprender”, com interesses associados ao mercado de trabalho e a empregabilidade para certos setores da população (Saviani, 2019).

Com relação aos acrônimos, na Educação CTS é comum encontrar autores que utilizam o acrônimo “CTSA” (Conrado & Nunes-Neto, 2018; Martínez Pérez, 2012; Maestrelli & Lorenzetti, 2021; Pedretti & Nazir, 2011), com a intenção de dar ênfase às questões ambientais. Outros autores preferem utilizar apenas o acrônimo “CTS”, usando o seguinte argumento:

Temos argumentado que, desde sua origem, a Educação CTS incorpora implicitamente os objetivos da Educação Ambiental (EA), pois o Movimento CTS surgiu com uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social. Nesse sentido, consideramos que questões ambientais são inerentes à análise das complexas inter-relações CTS e estão presentes em diversos temas sociocientíficos diretamente relacionados ao ambiente, que sempre foram recomendados nos diversos currículos CTS (Santos & Auler, 2011, p. 31).

Destacamos que optando pelo termo “CTS” ou “CTSA”, a importância das questões ambientais dentro das propostas não se altera, pois, em ambos os casos, os autores reconhecem que a Educação Ambiental e, com isso, o interesse pelos problemas socioambientais, sempre esteve presente em sua agenda de estudos, pesquisas e práticas.

Devido à proximidade entre a Educação CTS e as pesquisas sobre QSC (Questões Sociocientíficas) pode haver certa confusão em compreendermos as relações existentes entre as duas correntes, ou até serem entendidas como sendo a mesma coisa. Mas, na realidade, o trabalho com QSC envolve o estudo de situações que “podem ser transpostas para o ensino, no âmbito de uma estratégia didática ou um método de ensino que permita aos estudantes mobilizar e aprender sobre determinados conteúdos, de modo contextualizado” (Conrado & Nunes-Neto, 2018, p. 88). De acordo com os referidos autores, QSC se fundamentam nos princípios da Educação CTS, sendo um dos enfoques que podem ser adotados dentro das propostas CTS.

No contexto dos projetos STEM, a sigla SMET (Ciência, Matemática, Engenharia e Tecnologia) surgiu há aproximadamente três décadas. O termo foi utilizado pela primeira vez pela National Science Foundation (NSF), na década de 1990, nos Estados Unidos (T4; T5; T8; T9; T10; T11). No ano de 2001, a referida sigla foi substituída pelo termo STEM, de forma que, rapidamente a Educação STEM foi popularizada, primeiro nos EUA, e depois, em outros países (T5; T8; T9; T14). Alguns países já incluíram STEM nos debates sobre educação, como exemplo, temos: Reino Unido; Austrália; Canadá; França; China; África do Sul; Japão; entre outros (T5; T14).

Ao longo do tempo, foram surgindo inúmeras variações do acrônimo, estabelecendo uma série de ambiguidades (T10). Além das variações de siglas, T10 assinala que ainda em 2003, poucas pessoas nos EUA sabiam o que isso significava:



a própria NSF utilizava a sigla STEM simplesmente para se referir aos quatro campos separados (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), isto é, não fazia alusão à SMET em uma perspectiva de educação integrada. De todo modo, a variação mais comum empregada é sigla STEAM, com a adição do “A” em referência à área de Artes. Alguns autores defendem que as artes representam um campo extremamente amplo, uma vez que é uma área que não se limita apenas à literatura, música, pintura, escultura, desenho e dança, incluindo também outras dimensões como a Sociologia, a Psicologia, a História, a Filosofia e até mesmo a Educação (T4; T9).

No que diz respeito às propostas STEM, outros autores, no entanto, advertem que essas questões mais amplas, relativas às artes, não foram, pelo menos ainda, exploradas adequadamente. Na realidade, quando aparecem, explicitam “uma visão de arte estritamente utilitarista: “serve para ilustrar”, não propriamente como um campo do conhecimento. Outro argumento é que as artes, fixadas em uma visão instrumentalista e de entretenimento, são úteis “*para tornar interessantes*” as atividades a serem desenvolvidas (T7, p. 212). Em T16 os autores assinalam que

enquanto os conhecimentos ligados às Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, historicamente” são associados “a habilidades técnicas (hard skills); os conhecimentos vinculados às Artes, (...), evidenciam a relevância de habilidades humanísticas e comportamentais (soft skills), como criatividade e a criticidade (T16, p. 69).

Diante disso, concordamos com T6 quando afirma que a adição do “A” no acrônimo mais parece uma “estratégia de marketing do que realmente uma preocupação teórico/metodológica” (p. 38).

Assim, a adição das “Artes” trouxe uma ideia de inovação com potencial para estimular o interesse das pessoas. Todavia, nenhum dos trabalhos consultados foi capaz de apontar com clareza o papel que as “Artes” ocupam nessas propostas. O que avaliamos neste quesito é que as opiniões dos autores dos textos estudados são controversas em relação ao papel das artes dentro das chamadas Abordagens STEM.

Outras variações do acrônimo encontradas foram STHM com o “H” de humanidade (T6, p. 38), STREAM com o “R” de read (leitura) (T2, p. 5), iSTEM que inclui o “i” de imaginação (T11, p. 66). Em T14 a autora traz um quadro com outros acrônimos que fazem referência à Educação STEM. No entanto, essas variações não são encontradas com frequência na literatura. Desse modo, apesar de todas essas variações, não encontramos discussões aprofundadas sobre o papel desses acréscimos ao acrônimo original, não sendo possível termos clareza sobre como eles são incorporados e como influenciam ou não a identidade das abordagens STEM. Como assinala T10, talvez essa confusão de siglas faça parte da própria ambiguidade que marca essas abordagens desde seu aparecimento.

## Concepções de Educação e Papel da Escola

No contexto da *Educação CTS*, pelo menos na forma como a entendemos, a partir de uma perspectiva latino-americana, temos uma concepção de educação emancipadora, principalmente pelo fato de adotarmos um enfoque inspirado na Pedagogia Histórico-Crítica, uma proposta pedagógica progressista, cujo compromisso é envidar esforços para que a prática educativa esteja sintonizada com os interesses da população pela transformação da sociedade. De acordo com Dowbor (2017), o capitalismo contribui para o aumento das desigualdades sociais, sendo um sistema econômico que favorece o acúmulo de riquezas por uma pequena parcela da população, enquanto a maior parte das pessoas sequer têm a oportunidade de romper com o ciclo da pobreza. Considerando esse quadro situacional, Saviani (2011) defende que a educação tem papel fundamental para a superação do sistema capitalista, e que a escola deve ser um campo de discussão sobre questões políticas, problemáticas sociais e sobre as contradições do capitalismo (Saviani, 2013), atuando de maneira crítica para permitir que os estudantes percebam toda opressão e dominação que é praticada pelo sistema hegemônico. Portanto, a ideia é a defesa de uma perspectiva de educação crítica, visando a transformação da sociedade, por meio de um processo que considere o contexto social, econômico e cultural ao longo da história (Saviani, 2011). Essa é uma perspectiva sobre o papel da escola que se verifica em muitos autores CTS aqui na América Latina (Auler, 2013; Chrispino, 2017; Martínez Pérez, 2012; Santos, 2008; Strider, 2012; Teixeira, 2003).

Já no caso das propostas STEM, temos a adoção de uma concepção de educação que nem sempre é explicitada claramente, mas que, nas entrelinhas, coloca a escola a serviço de demandas do governo e da indústria tecnológica. Por exemplo, em T6 o autor afirma que a lógica neoliberal influencia as abordagens STEM.

No Brasil, as políticas educacionais têm valorizado cada vez mais as áreas STEM, como é o caso de reformas como o Novo Ensino Médio, o qual priorizam o ensino tecnicista e profissionalizante, ainda que não seja explicitamente aderindo ao movimento STEM. No Ensino Superior e no Ensino Básico, há uma clara valorização das áreas “estratégicas” ou “fundamentais” para o progresso do país, como são comumente designadas as áreas STEM, ao passo que há a desvalorização e sucateamento das áreas humanas e ciências sociais. Neste caso, ainda vigora a ideia de que as ciências humanas e sociais não produzem conhecimentos úteis à economia tampouco tornam os Estados competitivos e são, portanto, dispensáveis (T6, p. 48).

Em T17, os autores afirmam que dentro das práticas STEM, mesmo naquelas que teoricamente estariam voltadas para a promoção de justiça social (ou apenas mobilidade social), a questão do capitalismo e suas contradições acabam ficando intocadas, não sendo discutidas. Esse cenário representa um sério problema, já que o capitalismo está no cerne da questão quando pensamos no quanto tal perspectiva favorece a constituição de assimetrias dentro das sociedades. Já para T11, não há dúvida de que STEM toma a

“educação científica e tecnológica para manter a hegemonia capitalista de alguns países” (p. 66). Portanto, notamos significativa proximidade entre a *Educação STEM* e as pedagogias tecnicistas descritas por Saviani (1999), correntes pedagógicas que, inclusive, influenciaram fortemente a área de ensino de ciências, como no caso do ensino por descoberta, ensino por investigação e a pedagogia de projetos.

Para Saviani, as pedagogias tecnicistas concebem a ciência a partir de uma perspectiva neutra, que toma como princípios a racionalidade, a eficiência e a produtividade, no sentido de tornar o processo educativo objetivo e operacional. Na esteira deste processo, caberia à educação oferecer treinamento adequado “para a execução das múltiplas tarefas demandadas continuamente pelo sistema”. Neste sentido, “a educação é concebida, pois, como um subsistema, cujo funcionamento eficiente é essencial ao equilíbrio do sistema social [*da qual*] faz parte” (Saviani, 1999, p. 25, grifo nosso). Nesta perspectiva o tecnicismo é caracterizado como corrente pedagógica não-crítica, dado que ignora as determinações sociais que impactam o contexto educacional, ao mesmo tempo em que coloca a escola e a própria educação, em sentido mais amplo, à serviço da manutenção da sociedade vigente.

Por meio da literatura analisada, identificamos todas essas características dentro da *Educação STEM*. Apesar de T2 afirmar que a *Educação STEM* é comprometida com a preparação dos estudantes para os desafios da sociedade contemporânea, o que nos inquieta é que isso não inclui os dilemas sociais, políticos, culturais e ambientais (T6). Logo, podemos afirmar que há, na literatura STEM examinada durante a pesquisa, uma espécie de silenciamento em relação às questões sociais mais amplas (exceto em T17). Uma evidência deste argumento é encontrada em T14, trabalho que alinha STEM dentro das concepções neoliberais aplicadas ao sistema educacional. Neoliberal no sentido de tecer o papel da escola voltada especialmente para o mercado de trabalho. A lógica neste sistema é dar condições para a produção de uma educação completamente alinhada ao processo de expansão econômica. Nessa concepção, “a escola tem como função social a formação do indivíduo para o trabalho, ou como os neoliberais chamam, para empregabilidade” (T14, p. 28). Com efeito, o sistema educacional é acomodado de modo a se adaptar docilmente às demandas estratégicas impostas pelo sistema capitalista. Em T14 são mencionadas algumas características que marcam perspectivas educacionais que adotam a lógica neoliberal, são elas: o utilitarismo; o estímulo à competitividade; o trabalho centrado no desenvolvimento de competências e habilidades; a valorização da eficiência e da produção otimizada; o apelo à tecnologia e à promoção da ideia de adaptação dos estudantes à sociedade vigente.

No caso da Educação CTS, pelo menos na vertente defendida pelos autores que aqui foram citados, vislumbra-se a alfabetização científica para todos os estudantes, mesmo para aqueles que não pretendem seguir carreiras científicas, porque se entende que essa é uma ferramenta que traz o empoderamento necessário para que as pessoas tomem decisões responsáveis sobre temas relacionados a C — T que influenciam a sociedade. Porém, mesmo nos casos em que CTS perspectiva a formação de profissionais

para carreiras específicas, a ideia é distinta daquela encontrada na literatura STEM. Por exemplo, quando Zaiuth e Hayashi (2011) pensam no Movimento CTS articulado à formação de cientistas e outros profissionais, eles apelam para a responsabilidade social desses profissionais.

A Educação STEM, por sua vez, procura atender às demandas econômicas; parece sugerir que os estudantes que não desejam seguir as carreiras STEM são inúteis para o crescimento econômico (T7). Em T17, os autores, a partir de um momento de autocrítica, trazem a seguinte afirmação:

Reconhecemos que os nossos caminhos a seguir devem necessariamente incluir primeiro uma visão da educação e aprendizagem que não esteja situada em empresas e mecanismos capitalistas; que reconhece e questiona regularmente as estruturas de financiamento, a especulação, a exploração humana e o militarismo; e isso é fundamental, baseado em modos pluralistas de produção de conhecimento (T17, p. 1095) (Tradução Livre).

Em resumo, enquanto a Educação CTS, principalmente na perspectiva latino-americana, idealiza uma escola atuante na formação da cidadania crítica, voltada para a transformação da sociedade, por meio da participação ativa das pessoas, STEM tende a tomar as escolas como espaços para propagar certas carreiras profissionais e colaborar para que os países atinjam metas de competitividade e desenvolvimento econômico. De certa forma, essa perspectiva acaba sendo mais um instrumento de manutenção e fortalecimento do modelo de sociedade existente. Claramente, STEM demonstra adotar um viés neotecnicista, vinculado às perspectivas econômicas associadas ao neoliberalismo.

## **Objetivos de Ensino**

Em decorrência das discussões formuladas na seção anterior, podemos assinalar que o objetivo principal da Educação CTS é a formação para a cidadania. Desse modo, seu propósito é oferecer aos estudantes uma formação que dê condições para as pessoas atuarem na sociedade dentro de uma perspectiva crítica em relação aos rumos do empreendimento científico e tecnológico, considerando seu influxo na sociedade e no ambiente (Santos & Mortimer, 2000; Pinheiro et al., 2007). Outras finalidades que podemos citar envolvem a aquisição de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e valores, o exercício da tomada de decisões, o desenvolvimento do pensamento crítico e da independência intelectual, a capacidade para discutir questões sociais e tecnológicas, bem como outros requisitos importantes para empoderar a participação social (Chrispino, 2017; Santos & Mortimer, 2000; Teixeira, 2003a). Portanto, são objetivos que denotam preocupação com uma educação que permita que as pessoas “compreendam a sociedade permeada pelos avanços científicos e tecnológicos e que lutem para evitar regimes tecnocráticos nas mais diferentes esferas de poder e de práticas sociais” (Teixeira, 2020, p. 20).

Na Educação STEM, identificamos que vários textos (T2; T5; T7; T9; T10; T11) apontam para objetivos vinculados estritamente ao mercado de trabalho, como estimular os alunos a se interessarem pelas áreas STEM, aumentar a competitividade econômica, preparar os estudantes para as competências e/ou profissões do futuro. T13 defende “*a integração do STEAM ao currículo escolar como meio para transformar a educação [...], visando o desenvolvimento da C — T no futuro*” (p. 48). Todos esses objetivos demonstram que as propostas STEM, como corrobora T11, parecem se aproximar das correntes pedagógicas vinculadas a objetivos educacionais em que a escola é “acionada como um instrumento de ajuste [...] às demandas do mercado em uma economia globalizada centrada na tão decantada sociedade do conhecimento” (Saviani, 2019, p. 6).

T15 afirma que a Educação CTS se concentra na natureza social da C - T, e que a Educação STEM estende as relações interdisciplinares à Matemática e à Engenharia, com a finalidade de aumentar as vocações diante do desafio de competir com as novas potências econômicas. Há inclusive uma informação interessante disponibilizada em T10: os autores argumentam que quando os americanos passaram a acreditar que a China e a Índia estavam a bom caminho para ultrapassar a América do Norte na economia global, superando os EUA, o financiamento começou a fluir, dando início *STEMmania*. Esse movimento já foi visto no passado, sob outras circunstâncias, nos anos 1950–60, quando os EUA se viram ultrapassados pela antiga União Soviética na corrida espacial, e, em função dessa situação, empreenderam amplas reformas na educação daquele país, com forte impacto na área de ensino de ciências, gerando a ideia de que a educação científica deveria ser fortalecida, priorizando a formação de cientistas, com o aparecimento, do Método da Redescoberta, assim como de outras alternativas, conhecidas aqui no país no bojo das reformas propostas para o ensino de ciências nos anos 1970-80. No caso da Educação STEM, temos situação análoga, já que, como temos demonstrado, ela se alinha às correntes de pensamento que promovem a valorização e a perpetuação do sistema socioeconômico no qual estamos inseridos, trazendo uma lógica de formação para a mão de obra, desconsiderando os múltiplos fatores que perpassam a vida humana.

A partir dos pressupostos da PHC, é possível afirmar que abordagens que trazem esse viés atuam, mesmo que não deliberadamente, para aumentar as desigualdades sociais, atendendo aos interesses daqueles que detêm poder econômico e desfavorecendo mais uma vez parte significativa da população (Saviani, 2011).

Nota-se claramente que, neste ponto, CTS e Educação STEM vislumbram caminhos opostos. Enquanto a CTS deseja incorporar elementos que favoreçam a emancipação dos sujeitos, a busca por autonomia e a participação social (Teixeira, 2020; 2003a; Pinheiro et al., 2007), em STEM, temos uma clara preocupação em persuadir as pessoas a optarem pelas áreas STEM, que, numa dimensão individual, procura promover a empregabilidade de determinadas pessoas, e, no plano coletivo, beneficia o sistema promovendo sua manutenção e perpetuação. Nos trabalhos analisados, os objetivos pedagógicos são pouco sistematizados, apesar de alguns autores (T5, T10 e T14) mencionarem algum alinhamento de STEM com as abordagens construtivistas, caracterizadas também como



pedagogias não-críticas nas análises proporcionadas pela PHC. Em síntese, a Educação CTS compreende o processo educativo dentro de uma perspectiva mais ampla, pensando na sociedade vigente e suas contradições, problemáticas, conflitos, entre outras questões. Em contrapartida, nos parece que a Educação STEM acaba se situando dentro de uma visão mais restrita, uma vez que focaliza apenas a questão das “profissões do futuro” e da empregabilidade, desconsiderando questões estruturais vinculadas ao subdesemprego ou as próprias contradições inerentes ao sistema capitalista.

## **A Dimensão dos Conteúdos**

Dentro da Educação CTS, considerando suas articulações com a PHC, os conteúdos são elementos essenciais, dado que a população “precisa da escola para ter acesso ao saber erudito, ao saber sistematizado e, em consequência, para expressar de forma elaborada os conteúdos da cultura popular que correspondem aos seus interesses” (Saviani, 2011, p. 70). A escola não deve colocar os conhecimentos científicos (Biologia, Física, Química, Matemática, Língua Portuguesa etc.) em segundo plano, posto que a democratização dos conteúdos é tarefa primordial da educação pública. Saviani comenta sobre a importância dos conteúdos dentro da perspectiva defendida pela PHC.

Os conteúdos são fundamentais e, sem conteúdos relevantes, (...) significativos, a aprendizagem deixa de existir, ela se transforma num arremedo, (...) se transforma numa farsa. Parece-me, pois, fundamental que se entenda isso e que, no interior da escola, nós atuemos segundo essa máxima: a prioridade de conteúdos<sup>6</sup>, que é a única forma de lutar contra a farsa do ensino. Por que esses conteúdos são prioritários? Justamente porque o domínio da cultura constitui instrumento indispensável para a participação política das massas. Se os membros das camadas populares não dominam os conteúdos culturais, eles não podem fazer valer os seus interesses, porque ficam desarmados contra os dominadores, que se servem exatamente desses conteúdos culturais para legitimar e consolidar a sua dominação. Eu costumo, às vezes, enunciar isso da seguinte forma: o dominado não se liberta se ele não vier a dominar aquilo que os dominantes dominam. Então, dominar o que os dominantes dominam é condição de libertação (Saviani, 1999, p. 67).

Adicionalmente o referido autor comenta que, por meio da assimilação dos conteúdos, os estudantes adquirem condições para reivindicar seus interesses, se fortalecendo do ponto de vista político (cidadania). Logo, é por meio dos conteúdos que os professores tornam o ato educativo um ato político, sem necessariamente discutir política, no sentido partidário.

De acréscimo, quando Saviani (1999) menciona conteúdos, não está falando de conteúdos formais, fixos e abstratos, mas sim em conteúdos reais, dinâmicos e concretos, vinculados às finalidades sociais mais amplas.

---

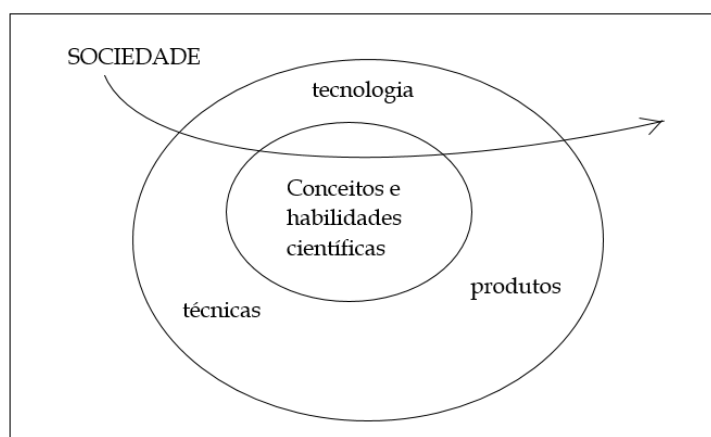
6 Para uma discussão sobre os conteúdos nos enfoques CTS/QSC veja Conrado e Nunes-Neto (2018, p. 77–118).

Dentro das propostas CTS, os conteúdos são trabalhados a partir de temas sociais e devem articular aspectos da C — T e Sociedade. Ademais, há preocupação no sentido de não comprometer o ensino dos conteúdos científicos que são essenciais para sustentar as discussões sobre os temas propostos (Teixeira, 2020). De acordo com Teixeira (2003b), as propostas amparadas nos enfoques CTS permitem tratar dos conteúdos clássicos numa abordagem que vai além da dimensão conceitual, através de problemas de interesse social. Assim, entram em cena conteúdos científicos, controvérsias técnico-científicas, dilemas, contradições, processos de tomada de decisão, questões sobre a Natureza da Ciência, entre outras possibilidades.

O modelo proposto por Aikenhead (1990) é interessante para entendermos a proposta, mas não podemos interpretá-lo como algo rígido ou inflexível, trata-se de uma das possibilidades para o desenvolvimento das atividades CTS.

### Figura 3

*Modelo para elaboração de propostas baseadas na Educação CTS*



*Nota.* Adaptado de Aikenhead (1990, p. 12).

A seguir, apresentamos as etapas do referido modelo:

1. introdução de uma questão social; 2. análise da tecnologia relacionada ao tema; 3. definição do conteúdo científico em função do tema social e da tecnologia introduzida; 4. uso da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado; 5. retomada da questão social para discussão final (Aikenhead, 1990, p. 12, tradução livre).

Como se nota, os temas sociais se configuram como eixos que estruturam o estudo dos conhecimentos científicos. Além disso, ao sugerir o uso de temas sociais, há favorecimento dos aspectos científicos e tecnológicos de forma que eles possam ser discutidos a partir de uma perspectiva crítica, não tomando a C — T por si só, mas como atividades interligadas ao contexto social, pensando nos impactos, benefícios, riscos e malefícios que podem atingir a sociedade ou o ambiente (Pinheiro et al., 2007). Portanto, na Educação CTS o uso de temas sociais amplia a visão da C — T, pois permite

que questões relacionadas à economia, política, cultura, ética e meio ambiente surjam ao introduzir questões sociais nas aulas, e, por isso, podemos afirmar que as propostas curriculares CTS apontam para o desenvolvimento de uma abordagem de natureza crítica.

As propostas STEM, por sua vez, diferenciam-se em relação aos conteúdos, no sentido de incorporar “*conteúdos como programação, conceitos da engenharia e do design, em geral, ausentes no ensino básico*” (T7, p. 220). Os conteúdos podem ser trabalhados por meio de temas sociais ou pela investigação a partir de problemas de pesquisa (T13). Vale destacar que a Educação STEM busca trabalhar os conteúdos e habilidades técnicas das áreas presentes no acrônimo a partir de uma perspectiva de integração, estabelecendo conexões interdisciplinares entre os conteúdos abordados (T13). De acordo com T13, STEM surge para atender as demandas de um mundo que está em constante transformação. Quanto à escola, seu papel é transformar o foco no conteúdo em uma aprendizagem voltada para a vida toda. “*Além disso, trata-se de um currículo voltado para a formação profissional e dividido em competências, de modo que os saberes produzidos na escola sejam produtivos nas futuras atividades profissionais*” (T7, p. 220). Assim, os conteúdos, dentro dessas propostas, são pensados a partir de uma perspectiva de instrumentalizar os estudantes dentro daquilo que será útil para demandas da sociedade, principalmente, no que diz respeito às profissões do futuro.

Apesar de CTS e STEM convergirem no sentido de problematizarem o ensino de ciências excessivamente disciplinarizado e limitado à transmissão de conteúdos conceituais, parece que em STEM há mais atenção ao desenvolvimento de competências e habilidades (T1). Nos textos examinados, há poucas referências às disciplinas formais do currículo, embora eles destaquem a necessidade de abordagens interdisciplinares e a inserção das ciências da computação, da tecnologia e de temas ligados à engenharia e designer nas propostas de atividades (T8, p. 15). Como se nota, STEM também se alinha às pedagogias de competências.

## Considerações Finais

Este trabalho estabeleceu um estudo comparativo, mapeando possíveis aproximações e distanciamentos entre as duas abordagens estudadas. Com base na análise realizada, argumentamos que as abordagens STEM não trazem novidades significativas para a área de Educação em Ciências. Notamos certa similaridade entre STEM e alternativas que já foram formuladas no passado, como o ensino por descoberta, o ensino por investigação ou mesmo a aprendizagem baseada em projetos, ou seja, propostas marcadas pelo trabalho com atividades práticas e/ou projetos que buscam oportunizar aos estudantes a chance de protagonizar seu processo de aprendizagem, assumindo a realização das atividades propostas. Assim como em STEM, essas propostas também trazem preocupações quanto à formação de cientistas e profissionais de áreas específicas. Entretanto, a formação é feita a partir de perspectivas diferentes, uma vez que no ensino por redescoberta e no ensino por investigação o foco é formar cientistas

das Ciências Naturais, já em STEM está presente a intenção de formar estudantes que desenvolvam carreiras profissionais [em tese] sintonizadas com os tempos atuais (tecnólogos, engenheiros, profissionais da computação etc.). Já no contexto do Movimento CTS, temos o estabelecimento de críticas ao empreendimento científico-tecnológico, sempre pensando em suas consequências sobre a base socioambiental, além de projetar a formação de cidadãos para um mundo fortemente impactado pela C — T.

Um ponto a ser destacado é que, ao longo do tempo, a área de EC vem buscando alternativas para a superação do ensino tradicional, como é o caso da Educação STEM. No entanto, essa alternativa não foi oriunda da área, sendo difundida por meio de atores alheios ao contexto educacional, incluindo interesses vinculados às políticas governamentais e de empresas disseminadas pelo mundo corporativo. Assim, a partir do trabalho desenvolvido, verificamos que há poucos pontos de aproximação entre a Educação STEM e a Educação CTS. Entre os aspectos caracterizados como aproximações entre as duas correntes aqui examinadas comparativamente, temos: a defesa de propostas interdisciplinares de ensino; proposição de atividades voltadas principalmente para o ensino de ciências; motivação dos alunos pelo interesse em questões científicas e tecnológicas (ainda que com intenções diferentes); superação do ensino tradicional, incrementando as aulas de ciências e assumindo estratégias alternativas de ensino.

Pelo fato da Educação STEM ser recente no país, mesmo após a pesquisa aqui relatada, alguns pontos ainda não ficaram claros o suficiente para compreendermos suas propostas integralmente. Mas, com base nos resultados deste estudo, ficou evidente que o principal distanciamento entre as duas correntes consiste no fato de STEM sustentar traços neotecnicistas, demonstrando que corresponde a uma corrente educacional alinhada a uma perspectiva de educação conservadora, desprovida da dimensão política. Nesse sentido, como diria Saviani (2011, p. 48), essa abordagem reduz a experiência escolar a um espaço onde os interesses dominantes se impõem e se mantêm intactos e não problematizados, isto é, dentro dessa perspectiva, o ensino de ciências acaba colaborando para manter uma visão ingênua sobre a escola em suas relações com a sociedade (Coelho & Campos, 2022; Saviani, 2011). Como diria Santos (1998), é mais uma expressão de formas educativas preocupadas com a dimensão profissional, “uma pseudo-educação que não conduz ao entendimento do mundo” (p. 41). Por sua vez, a Educação CTS, pelo menos na concepção aqui defendida, apoiada nos pressupostos da PHC, adota uma postura mais próxima a uma visão educacional crítica e progressista, isto é, trabalha para a formação do pensamento crítico dos estudantes e para o entendimento da realidade concreta, desejando a partir da crítica dessa própria realidade, a transformação da sociedade em bases mais justas e igualitárias.

Como assinala Santos (1998), a educação não deve adotar como objetivo preparar os estudantes para competir uns com os outros. Na verdade, seu objetivo deveria passar pela formação de pessoas capazes de se situar no mundo e contribuir para o aperfeiçoamento da sociedade como um todo. Pensamos que dentro desta concepção educativa, a Educação CTS está mais próxima desses propósitos ao passo STEM parece se afastar cada vez mais deste tipo de ideário.

Em relação às origens e objetivos de ensino, estes são nitidamente relacionados às demandas do mercado de trabalho, vinculados aos interesses de formação de mão de obra qualificada para as chamadas profissões do futuro. Assim, as escolas são entendidas como espaços para propagar as carreiras STEM, colaborando para que os países atinjam metas de competitividade e desenvolvimento econômico. A nosso ver, essa perspectiva acaba sendo mais um instrumento de manutenção e fortalecimento do modelo de sociedade vigente, o que reforça a ideia de uma concepção de educação ligada à lógica neoliberal.

Alguns textos fizeram referência à Educação STEM como uma ferramenta capaz de contribuir com a promoção da justiça social (T5; T7). Entretanto, a partir desta pesquisa, entendemos que em STEM a justiça social é trabalhada de uma forma muito peculiar, isto é, dentro da perspectiva de mobilidade social de pessoas tomadas de forma isolada. Melhor explicando, por meio dessas abordagens, teoricamente, seria possível aproximar estudantes pertencentes a grupos minoritários de profissões que normalmente não são facilmente acessadas por estes grupos, ajudando pessoas individualmente (mobilidade social). No entanto, se pensarmos em uma perspectiva coletiva, essas iniciativas talvez sejam incapazes de provocar mudanças nos padrões da sociedade, marcados por injustiças, desigualdades e assimetrias sociais.

Sobre os trabalhos examinados na pesquisa, vale destacar que são textos diversos. Nos preocupamos em selecionar textos de diferentes países, já que pretendíamos ter uma visão mais ampla da Educação STEM. Ao término da pesquisa, notamos que, em termos de posicionamento dos autores com relação ao tema, os textos também apresentavam certa heterogeneidade. Alguns indicam a Educação STEM como uma opção interessante para o ensino de ciências (T1; T3; T5; T6; T7; T8; T9; T13; T14; T16), outros criticaram a proposta em certos elementos, sem deixar de defendê-las (T2; T4; T11; T12; T15; T17), houve, ainda, quem demonstrasse certa ambiguidade (T10), apresentando STEM como uma proposta interessante, mas tecendo algumas críticas relevantes. Ressaltamos também que a maneira como nós compreendemos e apresentamos a Educação STEM nesta pesquisa foi resultado dos estudos desta amostra de textos. Logo não temos a intenção de generalizar nossas inferências de modo a tecer afirmações definitivas, afinal, há uma vasta literatura sobre o tema produzida em vários lugares do mundo, a qual não tivemos condições de examinar ao longo desta pesquisa. Mesmo assim, este trabalho, de certa forma, confirma a tese defendida por T15, na qual os autores problematizam a ideia de existirem vinculações entre STEM e CTS e de que STEM seria um movimento original e inovador para a área. De fato, a nosso ver, STEM sequer faz parte do programa de pesquisa vinculado ao Movimento CTS.

Considerando que exploramos apenas textos teóricos sobre a Educação STEM, em um processo de busca que sequer foi exaustivo, uma sugestão interessante seria desenvolver outras investigações sobre as práticas desenvolvidas concretamente dentro dessa corrente nas escolas no país. Além disso, STEM vem do cenário americano e tem sido implantada no Brasil a partir desse contexto. Assim, no Brasil essa abordagem



é defendida no âmbito das mudanças feitas no currículo brasileiro para a Educação Básica, com argumentos inspirados na BNCC e nas demais reformas de conteúdo neoliberal. Considerando esse contexto, seria interessante entender como STEM tem sido implantada aqui, já que foi moldada de acordo com as necessidades e demandas do cenário educacional e social estadunidense e que apresenta um caráter polissêmico, podendo ser desenvolvida a partir de diferentes perspectivas. A implementação dessa abordagem no Brasil certamente será diferente da americana, visto que há diversos elementos que promovem drásticas mudanças de cenário, como fatores econômicos, culturais, políticos, sociais, avanço tecnológico, infraestrutura do sistema educacional, mazelas da escola pública brasileira, formação de professores, entre outros. Considerando que existem diferenças significativas em relação à realidade estadunidense, europeia e a brasileira, existe a necessidade de compreendermos como a Educação STEM tem chegado dentro das escolas. Que formas tem tomado? Como tem sido implementada? Vislumbrando quais finalidades? Eis um conjunto de perguntas que sugerem pesquisas para o futuro próximo.

### Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido como parte do trabalho de mestrado da primeira autora do artigo. Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa de Mestrado.

### Referências

- Aikenhead, G. S. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114–124. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.2.66121>
- Aikenhead, G. S. (1990). Science-technology-society Science education development: from curriculum policy to student learning. In *Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia*, Brasília.
- Auler, D. (2013). Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do Movimento CTS: novos caminhos para a Educação em Ciências. *Contexto & Educação*, 22(77), 167–188. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2007.77.167-188>
- Bacich, L., & Holanda, L. (2020). STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In L. Bacich, & L. Holanda, L. (Ed.), *STEAM em sala de aula* (pp. 1–12). Penso.
- Basile, V., & Azevedo, F. S. (2022). Ideology in the mirror: A loving (self) critique of our equity and social justice efforts in STEM education. *Science Education*, 106, 1084–1096. <https://doi.org/10.1002/sce.21731>
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2010). *Investigação qualitativa em educação*. Porto Editora.

- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, B. E., & Guerra, C. (2008). Pesquisa em Educação em Ciências e o Caso CTS. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 27–49.
- Campos, R. S. P. (2017). *A perspectiva histórico-crítica e prática docente de ensino de Biologia* (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo). Repositório Institucional UNESP. <http://hdl.handle.net/11449/152028>
- Chrispino, A. (2017). *Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade: na educação e no ensino*. Edições OEI.
- Coelho, L. J., & Campos, L. M. L. (2022). Pesquisa em ensino de ciências no Brasil: produção, divulgação e influências teóricas. In L. M. L. Campos, & R. E. S. Diniz (Ed.), *Ensino de Ciências e Pedagogia Histórico-Crítica* (pp. 17–44). Livraria da Física.
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A critical review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). *Oxford Research Encyclopedia of Education*.
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In D. M. Conrado, & N. Nunes-Neto. (Ed.). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 77–118). EDUFBA. <https://doi.org/10.7476/9788523220174.0005>
- Dowbor, L. (2017). *A era do capital improdutivo: por que oito famílias têm mais riqueza do que a metade da população do mundo?* Outras Palavras.
- Furtado, M. K. (2023). *O estado da arte da educação STEAM por meio do bibliometrix* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Estadual do Paraná, Curitiba, Paraná.
- García-Carmona, A. (2023). Integración de la ingeniería en la educación científico-tecnológica desde un prisma CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 25–41. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5611>
- Liporini, T. Q., & Diniz, R. E. S. (2022). Biologia e ensino de Biologia: identificando elementos das principais ideias pedagógicas brasileiras à luz da PHC. In L. M. L. Campos, & R. E. S. Diniz (Ed.), *Ensino de Ciências e Pedagogia Histórico-Crítica* (pp. 107–156). Livraria da Física.
- Lorenzin, M. P. (2019). *Sistemas de atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM* (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-10122019-155229/>
- Maestrelli, S. G., & Lorenzetti, L. (2021). A abordagem CTSA nos anos iniciais do ensino fundamental: contribuições para o exercício da cidadania. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 4(1), 14–57. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i1.11608>

- Maia, D. L., Carvalho, R. A., & Appelt, V. K. (2021) Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 17(49), 68–88. <https://doi.org/10.3895/rts.v17n49.13536>
- Malheiros, B. T. (2011). *Metodologia da pesquisa em educação*. LTC.
- Martínez Pérez, L. F. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. Editora UNESP.
- Moreira, M. A. (2018). O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(2), 224–233. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v11n2.8416>
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., & Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13–33. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(4), 601–626. <https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- Perales-Palacios, F. J., & Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Revista de Educación Científica*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71–84.
- Pugliese, G. O. (2017). *Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM* (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo). Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp. <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2017.998866>
- Pugliese, G. O. (2021). *STEM education no contexto das reformas educacionais: os efeitos das políticas de educação globalizantes no currículo e na profissionalização docente* (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://doi.org/10.11606/T.48.2022.tde-17032022-110235>
- Pugliese, G. O. (2020a). STEM education: um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Currículo sem Fronteiras*, 20(1), 209–232. <https://doi.org/10.35786/1645-1384.v20.n1.12>
- Pugliese, G. O. (2020b). Um panorama do STEAM education como tendência global. In L. Bacich, & L. Holanda (Eds.), *STEAM em sala de aula* (pp. 13–28). Penso.
- Sánchez, D. L. V., & García-Martínez, A. (2021). Educación STEM, um campo de investigação emergente: análise bibliométrico entre 2010–2020. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(3), 195–219. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n3p195>

- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26. <https://eric.ed.gov/?id=EJ821633>
- Santos, M. (1998). *O espaço do cidadão*. Nobel.
- Santos, W. L. P. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria*, 1(1), 109–131. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Eds.), *CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 21–48). Editora UnB.
- Santos, W. L. P., & Auler, D. (2011). *CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Editora UnB.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110–132.
- Saviani, D. (2019). *Pedagogia Histórico-Crítica, quadragésimo ano: novas aproximações*. Autores Associados.
- Saviani, D. (2013). A Pedagogia Histórico-Crítica, as lutas de classe e a Educação Escolar. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate*, 5(2), 25–46. <https://doi.org/10.9771/gmed.v5i2.9697>
- Saviani, D. (2011). *Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações*. Autores Associados.
- Saviani, D. (1999). *Escola e democracia*. Autores Associados.
- Silva, P. B. C. (2015). *Ciência, tecnologia e sociedade na América Latina nas décadas de 60 e 70: análise de obras do período* (Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro). CEFET/RJ. <https://dippg.cefet-rj.br/ppcte/attachments/article/81/2015%20-%20CI%C3%80NCIA,%20TECNOLOGIA%20E%20SOCIEDADE%20NA%20AM%C3%89~.pdf>
- Strider, R. B. (2012). *Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil: sentidos e perspectivas* (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline\\_Beatriz\\_Strieder.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline_Beatriz_Strieder.pdf)
- Teixeira, P. M. M. (2003). Educação científica e Movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 88–102. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4114>
- Teixeira, P. M. M. (2003a). *Temas emergentes em educação científica*. Edições UESB.

- Teixeira, P. M. M. (2003b). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 177–190. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200003>
- Teixeira, P. M. M. (2020). *Movimento CTS: estudos, pesquisas e reflexões*. CRV.
- Teixeira, P. M. M. (2023). Políticas, investigações e práticas em Educação CTS: um panorama brasileiro. *Indagatio Didactica*, 15(1), 329–342.
- Teixeira, P. M. M. (2024). Movimento CTS como um programa de pesquisa dentro da área de Educação em Ciências. *Alexandria*, 17, e92821, 1–26. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e93821>
- Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de Las Ciencias*, 39(1), 65–80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Yin, R. K. (2016). *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Penso.
- Zauith, G., & Hayashi, M. C. P. I. (2011). A apropriação do referencial teórico de Paulo Freire nos estudos sobre educação CTS. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade*, 2(1), 278–292. <https://www.revistabrasileiradects.ufscar.br/index.php/cts/article/view/129>





**Iasmim Santana Andrade**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Jequié, Bahia, Brasil  
yasmimandrade.15000@gmail.com



**Paulo Marcelo Marini Teixeira**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Jequié, Bahia, Brasil  
paulommt@hotmail.com

**Editora Responsável:** Silvania Sousa do Nascimento

**Revisado por:** Ana Lídia Gonçalves Medeiros

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 Iasmim Santana Andrade, Paulo Marcelo Marini Teixeira



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.

---