



Estado do conhecimento sobre a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de professores de Ciências: uma análise crítica

State of knowledge about the approach to Science, Technology and Society in Science teacher training: a critical analysis

Estado del conocimiento sobre el enfoque de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad en la formación docente de Ciencias: un análisis crítico

Alex Antunes Mendes¹  • Maykon Gonçalves Müller²  •
Nelson Luiz Reyes Marques³ 

RESUMO

Este artigo aborda a influência da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na formação de professores, analisando artigos dos últimos vinte anos. Destaca-se a crescente conscientização sobre a importância do CTS na formação docente, proporcionando uma visão ampla da Ciência e Tecnologia. No entanto, são identificados desafios, como a falta de integração plena nos currículos de formação, limitando a abordagem de temas sociocientíficos. A escassez de recursos e apoio institucional também dificulta sua incorporação. Recomenda-se compartilhar experiências, desenvolver estratégias de formação e integrar o CTS em políticas educacionais para fortalecer sua presença na formação de professores. Este estudo destaca a necessidade contínua de pesquisa e prática na área, visando formar professores capazes de abordar os aspectos sociais, éticos e políticos da Ciência e Tecnologia.

Palavras-chave: Abordagem CTS; Formação de professores de Ciências; Anos finais do Ensino Fundamental.

ABSTRACT

This article addresses the influence of the Science, Technology and Society (STS) approach on teacher training, analyzing articles from the last twenty years. The growing awareness of the importance of STS in teacher training stands out, providing a broad view of Science and Technology. However, challenges are identified, such as the lack of full integration in training curricula, limiting the approach to socio-scientific themes. The scarcity of resources and institutional support also makes its incorporation difficult. It is recommended to share experiences, develop training strategies and integrate STS into educational policies to strengthen its presence in teacher training. This study highlights the ongoing need for research and practice in the area, aiming to train teachers capable of addressing the social, ethical and political aspects of Science and Technology.

Keywords: STS approach; Training of Science teachers; Final years of Elementary School.

¹ Licenciada em Química, Especialista em Ciências da Natureza, Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação e Doutoranda em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande/RS – Brasil. E-mail: profaalexmedes@gmail.com

² Licenciado em Física, Mestre e Doutor em Ensino de Física e Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação (PPGCITED) do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul) campus Pelotas Visconde da Graça (CaVG), Pelotas/RS – Brasil. E-mail: maykonmuller@ifsul.edu.br

³ Graduado em Ciências com habilitação em Física, Mestre em Ensino de Física, Doutor em Ensino de Ciências e Matemática e Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação (PPGCITED) do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul) campus Pelotas Visconde da Graça (CaVG), Pelotas/RS – Brasil. E-mail: nelsonmarques@ifsul.edu.br

RESUMEN

Este artículo aborda la influencia del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la formación docente, analizando artículos de los últimos veinte años. Destaca la creciente conciencia de la importancia de la CTS en la formación docente, aportando una visión amplia de la Ciencia y la Tecnología. Sin embargo, se identifican desafíos, como la falta de integración total en los planes de estudio de formación, lo que limita el abordaje de temas sociocientíficos. La escasez de recursos y apoyo institucional también dificulta su incorporación. Se recomienda compartir experiencias, desarrollar estrategias de formación e integrar la CTS a las políticas educativas para fortalecer su presencia en la formación docente. Este estudio destaca la necesidad constante de investigación y práctica en el área, con el objetivo de formar docentes capaces de abordar los aspectos sociales, éticos y políticos de la Ciencia y la Tecnología.

Palabras clave: Enfoque CTS; Formación de profesores de Ciencias; Últimos años de Educación Primaria.

1. ASPECTOS INICIAIS

A autonomização da razão científica, oriunda do grande desenvolvimento e influência da Ciência e da Tecnologia em nossas vidas, gerou uma profunda confiança na razão e no progresso científico e tecnológico. Este cientificismo, marcado pela supervalorização da Ciência, pelo mito salvacionista⁴ e da neutralidade científica, repercute no Ensino de Ciências (EC), orientando a organização curricular no final dos anos 50 (Santos; Mortimer, 2000).

No final dos anos 60 e início de 70, esta concepção de Ciência e de Tecnologia passam a ser questionadas. O agravamento dos impactos ambientais na Europa, no final da Segunda Guerra Mundial, e a consequente associação da Ciência e da Tecnologia à guerra e acidentes nucleares levaram a reflexões sobre o mito salvacionista, impulsionando debates sobre aspectos éticos, bem-estar social e participação popular (Santos; Mortimer, 2000; Auler; Bazzo, 2001; Deconto, 2014).

O modelo positivista e linear de desenvolvimento, baseado em uma Ciência suprema, objetiva, neutra e sem interferência social, passa também a sofrer rejeição. Trabalhos relativistas como os de Thomas Kuhn e Rachel Carson tiveram uma participação muito importante nesse processo, ao discutir, abordando conceitos de comunidade científica, paradigma e revolução científica, questões relacionadas à atividade e ao desenvolvimento científico, bem como ao impulsionar movimentos ambientalistas (Auler; Bazzo, 2001; Deconto, 2014).

Ainda neste mesmo contexto, emerge uma nova forma de produção do conhecimento, em um cenário de aplicação mais transdisciplinar, ultrapassando os limites impostos pelas disciplinas (Oliveira; Neto, 2016), exigindo uma maior interação entre os atores sociais, como a comunidade científica, os representantes do governo e a sociedade de maneira geral. Essa nova forma de produção do conhecimento acarreta, portanto, o aumento da responsabilidade social dos envolvidos na produção do conhecimento científico e tecnológico, exigindo da comunidade científica uma nova postura e a capacidade de dialogar de maneira multidisciplinar com outras áreas (Santos; Mortimer, 2000).

Este interesse pelas dimensões sociais da Ciência e da Tecnologia, inspiradas por avanços em estudos desenvolvidos na área da Filosofia e da Sociologia da Ciência, dão origem ao movimento Ciência,

⁴ Crença de que a Ciência e a Tecnologia seriam capazes de resolver todos os problemas da humanidade.

Tecnologia e Sociedade (CTS)⁵, cujo objetivo principal é “desenvolver nos estudantes capacidades para atuar como cidadãos esclarecidos e responsáveis em um mundo cada vez mais afetado pela Ciência e pela Tecnologia” (Aikenhead, 2009, p. 2, tradução dos autores).

Considerando a importância do movimento CTS na formação de professores comprometidos com a Alfabetização Científica, este trabalho⁶ tem como objetivo investigar o estado do conhecimento⁷ atual, últimos 20 anos de publicações na área, a fim de responder a seguinte questão de pesquisa: “*O que o estado do conhecimento atual discute sobre a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de professores de Ciências?*”.

2. O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Até os anos 80 não havia um consenso claro sobre como denominar o conjunto de ações voltadas a articulação do enfoque CTS com o EC. Somente em 1982, em uma reunião informal dentro da “*International Organization for Science and Technology Education*” (IOSTE), um grupo de professores resolveram criar um grupo de trabalho com o slogan CTS. Cabe destacar que ainda hoje há pouco consenso sobre como denominar o movimento, sendo a definição empregada neste trabalho apenas uma entre as diversas definições (Aikenhead, 2005; Deconto, 2014).

Os currículos CTS surgem, então, entre os anos 70 e 80, como uma proposta de inovação no EC visando à Alfabetização Científica⁸ e tecnológica dos cidadãos, o que não vinha sendo alcançado de maneira adequada por meio do ensino tradicional (Aikenhead, 2009; Santos; Mortimer, 2000). Entretanto, esses currículos emergem em países desenvolvidos, como a Europa e os Estados Unidos, com um cenário de participação social bem diferente do brasileiro (Santos; Mortimer, 2000; Auler; Bazzo, 2001; Deconto, 2014).

O Brasil, assim como os demais países em desenvolvimento, a maioria de passado colonial, “não presenciaram um crescimento científico e tecnológico próprio” de forma que a Ciência e a Tecnologia “não estão integradas harmoniosamente nas suas estruturas socioeconômicas” (Auler; Bazzo, 2001, p. 3 e 4). Durante décadas, estes países buscavam no exterior a Ciência e a Tecnologia necessária para o seu desenvolvimento, demonstrando profunda dependência em relação à Europa, o que refreou o desenvolvimento científico e tecnológico próprio (Auler; Bazzo, 2001).

No Brasil, em específico, a Ciência e a Tecnologia nunca estiveram entre as prioridades dos governos brasileiros, não sendo consideradas por estes fatores de desenvolvimento. O contexto histórico brasileiro é diferente do contexto dos países em que emergiu o movimento CTS e suas propostas

⁵ Este trabalho utilizará as mesmas nomenclaturas adotadas por Deconto (2014): i. movimento CTS, como o movimento que enfoca as dimensões sociais da Ciência e da Tecnologia; ii. perspectiva ou enfoque CTS, ao se referir à repercussão do movimento no contexto escolar; e iii. abordagem CTS, ao reportar-se à forma particular de cada professor desenvolver o enfoque em sala de aula.

⁶ As discussões apresentadas neste artigo derivam de uma dissertação de mestrado.

⁷ Segundo Morosini e Fernandes (2014, p. 155) o estado do conhecimento consiste na “identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo”.

⁸ Compreendemos a Alfabetização Científica como a aprendizagem de conceitos e significados que permitem a interpretação e o posicionamento crítico frente a debates que envolvam a Ciência e a Tecnologia. Nesse trabalho, o termo foi adotado em sua conotação mais ampla, abrangendo também o termo letramento científico (DECONTO, 2014).

curriculares, o que justifica, em grande parte, as dificuldades e desafios enfrentados em termos de formação de professores e abordagem CTS (Auler; Bazzo, 2001).

Na próxima seção, esboçamos alguns entendimentos da abordagem e enfoque CTS, que apontam caminhos para a discussão de Questões Sócio científicas ou Sócio culturais no EC.

2.1. Do enfoque CTS à abordagem de Questões Sociocientíficas

Neste trabalho não abordaremos as inter-relações CTS, visto que abordá-las de maneira separada iria pressupor, em nossa concepção, que seja possível isolá-las. Acreditamos que a Ciência e a Tecnologia são um conjunto de atividades humanas, influenciadas pelo contexto histórico e cultural, e, portanto, indissociáveis (Santos; Mortimer, 2000). Compreender o que está em jogo nos debates sobre Ciência e Tecnologia "é parte inerente da nossa compreensão de mundo. É quase como uma 'alfabetização' necessária para todos. Tal qual um processo inicial de aprendizagem da leitura e da escrita" (Bazzo, 2018, p. 274).

Ao longo dos anos, diversos trabalhos em educação científica foram desenvolvidos, atribuindo diversos significados ao enfoque CTS. Seja por meio da abordagem isolada dos termos ou por meio da introdução de uma situação problema, o enfoque CTS pressupõe uma inovação nos objetivos e no modelo de educação vigente, sendo mais bem compreendido quando contrastado com o ensino tradicional (Deconto, 2014).

De maneira geral, o ensino tradicional prioriza os conteúdos científicos, abordando-os de maneira disciplinar e descontextualizada, o que reforça uma concepção positivista da Ciência e da Tecnologia, ao considerá-las objetivas, neutras e comprovadas. Em contrapartida, o enfoque CTS prioriza a discussão de temas sociocientíficos e sociotecnológicos de maneira contextualizada e transdisciplinar, focada nos estudantes e comprometida com uma concepção contemporânea de Ciência e Tecnologia, considerando-as como, por exemplo, subjetivas e provisórias (Deconto, 2014).

O enfoque CTS além de proporcionar uma concepção mais adequada da Ciência e da Tecnologia, favorece um aumento da cultura de participação e propicia a aquisição de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e valores como a "tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais" (Santos; Mortimer, 2000, p. 114). Nesse âmbito, é importante destacar a necessidade de cautela ao realizar a transposição pedagógica dos objetivos ou das propostas curriculares de outros países para o Brasil, visto que se tratam, muitas vezes, de contextos distintos (Auler; Bazzo, 2001; Deconto, 2014).

Entre as diversas possibilidades de abordagem do enfoque CTS no EC, destacam-se a abordagem a partir de problemas locais e a abordagem a partir de questões socioculturais (QSC). A primeira preocupa-se, como o próprio nome já indica, em tratar de problemas sociais e/ou do cotidiano dos estudantes de maneira pontual, relacionando-os com a Ciência e a Tecnologia. A segunda abordagem preocupa-se em integrar a Ciência e a Tecnologia à Cultura da sociedade, contribuindo de maneira explícita para a formação de cidadãos responsáveis (Santos; Mortimer, 2000; Santos; Mortimer, 2009; Deconto, 2014).

A abordagem a partir de problemas locais é mais facilmente adaptada ao currículo tradicional. Dentro dessa abordagem, Santos e Mortimer (2000) apresentam alguns temas ainda muito atuais para o contexto brasileiro, que poderiam ser debatidos no EC:

(1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social. Questões atuais como a exploração mineral por empresas multinacionais, a privatização da Companhia Vale do Rio Doce, as propostas de privatização da Petrobrás, etc. são alguns exemplos de possibilidades nesse tema; (2) ocupação humana e poluição ambiental, na qual seriam discutidos os problemas de ocupação desordenada nos grandes centros urbanos, o saneamento básico, a poluição da atmosfera e dos rios, a saúde pública, a diversidade regional que provoca o êxodo de populações, a questão agrária; (3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente, o que envolveria reflexões sobre hábitos de consumo na sociedade tecnológica; (4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados, envolvendo os direitos do consumidor, os riscos para a saúde, as estratégias de marketing usadas pelas empresas; (5) a questão da produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, a questão dos alimentos transgênicos; (6) o desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição de terra no meio rural, custos sociais e ambientais da monocultura; (7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro, a dependência tecnológica num mundo globalizado; nesse tema poderia ser discutida, por exemplo, a exportação de silício bruto ou industrializado; (8) as fontes energéticas no Brasil, seus efeitos ambientais e seus aspectos políticos; (9) a preservação ambiental, as políticas de meio ambiente, o desmatamento (Santos; Mortimer, 2000, p. 120).

A abordagem a partir de questões socioculturais ou Ciência como Cultura, de acordo com Aikenhead (2009), é menos compatível com estas estruturas curriculares, podendo “ser encontrada na aprendizagem baseada em projetos onde problemas locais, relacionados à Ciência e à vida real são tratados por alunos de forma interdisciplinar e transcultural” (Aikenhead, 2009, p. 6, tradução dos autores). Frisamos que, nesse e em casos similares, uma abordagem não exclui a outra, ambas podem ser complementares.

Selecionar os conteúdos que serão abordados por meio do enfoque CTS exige grandes mudanças quando comparados ao ensino tradicional. Os conteúdos CTS não são, assim como este último, limitados a conceitos estudados em disciplinas de Biologia, Física ou Química, por exemplo, o que exige dos professores uma nova postura em sua seleção e abordagem (Deconto, 2014).

3. O ENFOQUE CTS E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES: ESTUDOS RELACIONADOS

Esse trabalho dedica-se a investigar o enfoque CTS, em específico, a abordagem transdisciplinar de QSC, na formação de professores, partindo do pressuposto que professores de Ciências que possuem contato com esse enfoque, durante a formação inicial ou continuada, desenvolvem, na maioria das vezes, práticas pedagógicas mais alinhadas às concepções contemporâneas da Ciência e da Tecnologia (Silva *et al.*, 2019). A fim de considerar o que a literatura aborda sobre a temática, realizou-se, no início do ano de 2023, uma revisão nas bases de dados Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e SciELO (*A Scientific Electronic Library Online*).

Para isso, considerou-se os últimos vinte anos de artigos em português publicados na área, compreendidos entre os anos de 2003 e 2022, e os descritores “CTS” e “Formação de Professores”. A busca avançada gerou 134 resultados, dos quais excluiu-se os arquivos duplicados/sem acesso/em branco e aqueles fora critérios estabelecidos como, por exemplo, aqueles que abordavam a temática nos anos iniciais.

Para a seleção, os artigos passaram por uma leitura prévia de seus títulos e resumos. Posteriormente, quando considerados relevantes para a investigação, foi realizada a leitura na íntegra. O Quadro 1 sintetiza os periódicos consultados, o ISSN (*International Standard Serial Number*) e o total de artigos selecionados.

Quadro 1. Periódicos consultados, ISSN e número de trabalhos acerca do enfoque CTS na Formação de Professores

Periódicos	ISSN	Nº de artigos
Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	1982-5153	1
Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	2317-5125	2
Ciência & Educação	1980-850X	3
Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico	2446-774X	1
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1983-2117	2
Investigações em Ensino de Ciências	1518-8795	1
Nuances: Estudos sobre a Educação	2236-0441	1
Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade	2358-1840	1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	1984-2686	5
Revista CTS	1850-0013	3
Revista HISTEDBR <i>On-line</i>	1676-2584	1
Revista <i>Insignare Scientia</i>	2595-4520	1
Revista Portuguesa de Educação	2183-0452	1
Total		23

Fonte: Autores (2022).

Na seção a seguir é apresentada a metodologia de análise dos artigos selecionados.

3.1. Metodologia de Análise

A metodologia de Análise Textual Discursiva (ATD) oferece um arcabouço teórico e prático para a investigação e interpretação de textos em diferentes contextos. Essa abordagem visa compreender os discursos presentes nos textos por meio da análise das estratégias linguísticas e discursivas utilizadas pelos autores. A ATD, na perspectiva de Moraes e Galiuzzi (2011), é definida como:

[...] Um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do "corpus", a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é captada e validada. (Moraes; Galiuzzi, 2011, p. 12).

A ATD parte do pressuposto de que os textos são construções sociais e culturais, permeados por relações de poder e ideologias. Nesse sentido, a análise textual busca desvelar as escolhas linguísticas e discursivas que os produtores de texto fazem para representar o mundo e influenciar a interpretação dos leitores (Moraes; Galiuzzi, 2011).

A metodologia proposta por Moraes e Galiuzzi (2011) é composta por diferentes etapas que orientam a análise textual. Inicialmente, é fundamental delimitar o objeto de estudo e definir os objetivos da pesquisa. Isso envolve a escolha de um ou mais textos a serem analisados, o corpus, levando em consideração o contexto em que foram produzidos e as questões de pesquisa que se pretende investigar.

Uma etapa central da ATD é a descrição e a interpretação das unidades textuais, unidades de análise ou unidades de sentido. Isso implica fragmentar e analisar o corpus em diferentes níveis, desde a organização global até as escolhas vocabulares e sintáticas. A ATD busca identificar os recursos linguísticos e discursivos utilizados para construir sentidos, como metáforas, estratégias argumentativas, modulação da voz do enunciador, entre outros.

Além da análise interna do texto, a ATD também considera o contexto mais amplo no qual o texto está inserido. Isso envolve investigar o contexto sociocultural, histórico e ideológico que influencia a produção e a recepção dos discursos presentes no texto. A compreensão desses aspectos é essencial para uma interpretação e validação mais completa e crítica.

Uma das contribuições importantes da ATD é a ênfase dada à relação entre linguagem, poder e ideologia. Os discursos são entendidos como formas de construção e negociação de significados, que refletem e moldam as relações sociais e as estruturas de poder. A ATD busca, portanto, desvendar as estratégias discursivas utilizadas para sustentar ou questionar essas relações de poder (Moraes; Galiazzi, 2011).

É importante ressaltar que a ATD não é uma metodologia rígida e fechada, mas sim um conjunto de princípios e diretrizes que podem ser adaptados de acordo com o objeto de estudo e as questões de pesquisa. Moraes e Galiazzi (2011) fornecem um arcabouço teórico e exemplos práticos em suas obras, mas a sua aplicação requer criatividade e flexibilidade por parte do pesquisador.

A metodologia de ATD oferece, portanto, uma abordagem abrangente para a investigação e interpretação do *corpus*. Ao analisar as estratégias linguísticas e discursivas utilizadas pelos autores, considerando o contexto sociocultural e as relações de poder, a ATD contribui para uma compreensão mais profunda e crítica dos discursos presentes na sociedade.

4. RESULTADOS E IMPLICAÇÕES

Após a leitura rigorosa dos artigos selecionados, foi possível agrupá-los em três categorias emergentes, a saber: **i. Contribuições gerais da CTS para a formação de professores;** **ii. A formação inicial de professores;** e **iii. A formação continuada de professores e a elaboração de materiais didáticos CTS.** Nas seções a seguir serão apresentados os metatextos para as categorias acima elucidadas, o número de artigos que as compõe, bem como discutidos, de maneira reflexiva, os resultados encontrados, o captar do emergente (Moraes; Galiazzi, 2011).

4.1. Contribuições da abordagem CTS para a formação de professores

Nesta primeira categoria são apresentados os artigos que versam sobre os obstáculos e as contribuições da perspectiva CTS para a formação de professores de Ciências, de maneira geral. Foram identificados dez artigos que discutem a temática na literatura revisada (Teixeira, 2003; Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010; Azevedo *et al.*, 2013; Binatto; Chapani; Duarte, 2015; Torres; Silva; Alves, 2017; Almeida; Gehlen, 2019; Barros; Souza, 2019; Delabenetta; Schneider; Danke, 2019; Rodríguez; Del Pino, 2019; Terneiro-Vieira; Vieira, 2022).

Vivemos em uma sociedade impregnada, constantemente e aceleradamente, pelo avanço da Ciência e da Tecnologia. Todo esse desenvolvimento produz muitos benefícios à comunidade, mas produz também consequências negativas associadas, por exemplo, desastres ambientais e formas de

obtenção de poder e dominação, de maneira destrutiva, sob outros países (Binatto; Chapani; Duarte, 2015).

Reconhecendo este cenário, estudos produzidos na área da perspectiva CTS enfatizam a importância de reflexões críticas e a promoção de espaços de participação da comunidade nas decisões que envolvem a apropriação da Ciência e da Tecnologia. Na Escola e, em específico, no Ensino de Ciências encontra-se um desses espaços, cujo potencial reside na possibilidade de uma formação democrática, permeada por discussões realistas acerca da Ciência e da Tecnologia, bem como compreensões de que ambas são produtos sociais, culturalmente e historicamente produzidos (Binatto; Chapani; Duarte, 2015; Barros; Souza, 2019). No entanto, a maneira como se apresenta o Ensino de Ciências atualmente, baseada na racionalidade técnica, sufoca essas discussões, impossibilitando, principalmente, a problematização das concepções estereotipadas por parte dos professores de Ciências, o que resulta em um ensino positivista, reducionista e tecnicista (Azevedo *et al.*, 2013; Binatto; Chapani; Duarte, 2015; Torres; Silva; Alves, 2017; Delabenetta; Schneider; Danke, 2019).

Partindo do pressuposto de que as concepções sobre a Ciência e a Tecnologia dos professores influenciam diretamente nas concepções dos estudantes, a superação dessa racionalidade técnica no Ensino de Ciências pressupõe mudanças teóricas e metodológicas nos cursos de formação de professores; as quais, visando à construção de uma imagem da Ciência menos fragmentada e com caráter libertador, possibilite a apropriação dos conhecimentos, por professores e estudantes, do ponto de vista científico, social e cultural (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010; Azevedo *et al.*, 2013; Delabenetta; Schneider; Danke, 2019; Rodríguez; Del Pino, 2019).

À vista disso, compreende-se que a prática pedagógica explícita em CTS, no Ensino de Ciências, depende que os professores se apropriem criticamente das particularidades da perspectiva, o que implica grandes mudanças nos programas de formação inicial e continuada (Teixeira, 2003). Torna-se, então, indispensável a incorporação, nos cursos de formação de professores, de estudos em História, Filosofia e Sociologia da Ciência, cujas contribuições ultrapassam o desenvolvimento de uma concepção mais adequada da Ciência e da Tecnologia a partir de uma dimensão social, histórica e cultural, como também suscita atitudes e posturas alinhadas à uma prática social consciente (Azevedo *et al.*, 2013; Torres; Silva; Alves, 2017; Almeida; Gehlen, 2019; Terneiro-Vieira; Vieira, 2022).

Essa incorporação, no entanto, vai além da reestruturação do currículo. Perpassa por uma definição explícita dos objetivos e justificativas da educação CTS no programa e nas práticas pedagógicas dos próprios formadores. Consiste, também, na compreensão de que a formação é um processo contínuo e transformador, que não se encerra em um curso de graduação ou de pós-graduação, mas que se estende ao longo da prática profissional (Nascimento; Fernandes; Mendonça, 2010; Binatto; Chapani; Duarte, 2015; Torres; Silva; Alves, 2017).

4.2. A formação inicial de professores

Esta categoria envolve os artigos que investigam a inserção do enfoque CTS na formação inicial de professores. No período analisado, foram encontrados oito artigos que investigam a temática (Gurgel; Mariano, 2008; Sousa; Brito, 2015; Binatto *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2019; München, 2019; Domiciano; Lorenzetti, 2020; Junior *et al.*, 2020; Fabrício; Freitas, 2020).

Desde a década de 70, discute-se a integração de aspectos relacionados ao enfoque CTS nos Currículos de Ciências. No entanto, somente nos últimos anos essas discussões têm ganhado espaço

na área, a partir da necessidade de formação de cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente para a tomada de decisões, a fim de ultrapassar concepções persistentes e equivocadas em CTS (München, 2019; Domiciano; Lorenzetti, 2020).

Contudo, para assegurar a discussão de QSC no Ensino de Ciências, não bastam somente propostas curriculares verticais de inserção do enfoque CTS, é preciso investir em espaços de formação de professores, em específico na formação inicial, visto que, como mencionado anteriormente, as concepções dos professores, sobre Ciência e Tecnologia, influenciam diretamente na construção das concepções dos estudantes (Sousa; Brito, 2015; München, 2019; Junior *et al.*, 2020).

Nesse sentido, um dos obstáculos a serem enfrentados nos cursos de formação de professores é o modelo de racionalidade técnica, o qual enfatiza o conhecimento fragmentado e técnico, bem como a pouca aplicação dos métodos oriundos da pesquisa acadêmica. Um dos problemas desse modelo de formação de professores desconsiderar a influência histórica, cultural, social e política do ensino, além de negligenciar o papel do professor na orientação para a transformação social por meio dos estudantes (Sousa; Brito, 2015; Binatto *et al.*, 2017; Fabrício; Freitas, 2020). Faz-se, portanto, necessário que “se reconheça o homem como um sujeito histórico, indissociável e interdependente da realidade social” (Gurgel; Mariano, 2008, p. 62) para que, a partir dessas reflexões, seja possível refutar concepções positivistas da Ciência e da Tecnologia, compreender seus papéis e implicações sociais, além de apontar propostas em CTS com objetivos explícitos e de relevância para a comunidade local (Binatto *et al.*, 2017; Junior *et al.*, 2020).

Ao pensar e elaborar um ensino por meio do enfoque CTS é preciso tomar cuidado para não cair em visões reducionistas, como o tratamento da Tecnologia como aplicação da Ciência e do desenvolvimento científico e tecnológico como um processo neutro, indutivista e linear, reforçando padrões tecnocráticos das decisões. Em contrapartida, um ensino crítico em CTS baseia-se na dialogicidade e na problematização acerca da natureza da Ciência e da natureza da Tecnologia, a partir de uma abordagem contextualizada e transdisciplinar (Domiciano; Lorenzetti, 2020).

Apesar dos diversos obstáculos e limitações, é consenso na área que a inserção dos estudos CTS na formação inicial de professores é fundamental para a superação de visões reducionistas, com vistas a “transformação crítica da realidade” e não a reprodução das “relações desiguais numa sociedade de classes” (Silva *et al.*, 2019, p. 558). Para isso, esses estudos não devem estar restritos a uma única disciplina, mas perpassar todos os componentes curriculares ao longo da formação docente (München, 2019).

4.3. A formação continuada de professores e a elaboração de materiais didáticos CTS

Nesta categoria, são apresentados os artigos que discutem a Formação Continuada de Professores de Ciências, bem como a elaboração, o emprego e as contribuições dos materiais didáticos com enfoque CTS no Ensino de Ciências. Na revisão de literatura, foram encontrados cinco artigos que tratam dessas questões (Vieira; Martins, 2005; Tenreiro-Vieira; Vieira, 2005; Magalhães; Tenreiro-Vieira, 2006; Silva; Marcondes, 2015; Oliveira *et al.*, 2022).

Os Programas de Formação Continuada de Professores em CTS, a nível de extensão e/ou de pós-graduação, surgem de uma necessidade contemporânea, motivada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, bem como pelo avanço das pesquisas na área do Ensino de Ciências, de aperfeiçoamento no que tange às discussões de QSC. Nesse âmbito, o objetivo desses programas reside,

principalmente, no desenvolvimento de um “pensamento crítico, de forma a romper com possíveis visões deformadas e redutoras do ensino das Ciências e a favorecer a tomada de consciência e a predisposição dos professores para desenvolverem práticas pedagógico didáticas de cariz CTS” (Magalhães; Tenreiro-Vieira, 2006, p. 90).

A fim de alcançar esse objetivo, são realizados encontros pelos Programas nos quais são apresentados e discutidos os pressupostos CTS. Esses, além de aumentar o interesse e motivação dos professores por questões CTS, como a abordagem de situações problema de relevância social, favorecerem uma reflexão sobre suas próprias concepções e propiciam a elaboração de materiais didáticos orientados pelo enfoque, os quais surgem como uma alternativa aos materiais didáticos convencionais, como os livros didáticos, que na maioria dos casos pouco contribuem para o debate de QSC na comunidade escolar (Magalhães; Tenreiro-Vieira, 2006).

Nesse contexto, os materiais didáticos CTS podem ser compreendidos como propostas que visam contribuir para uma concepção crítica e reflexiva sobre o processo de construção e progresso do conhecimento científico e tecnológico. Além de contribuir nesse sentido, a elaboração de materiais didáticos (guias para estudantes e professores com atividades diversas, mapas conceituais, portfólios...) por parte dos professores pode conferir uma maior autonomia profissional, além de uma maior criticidade em relação a outros recursos, como os livros didáticos (Silva; Marcondes, 2015; Oliveira *et al.*, 2022).

Mesmo diante dessas contribuições, a produção de materiais didáticos CTS é bastante escassa. Além dos obstáculos impostos por uma formação inicial hierárquica e fragmentada, os professores se deparam com uma vasta carga horária, além de muitos estudantes em sala de aula. Nesse sentido, destaca-se a importância do desenvolvimento de pesquisas como essa, dedicadas à produção e divulgação de materiais didáticos CTS como subsídios voltados ao Ensino de Ciências na Educação Básica (Tenreiro-Vieira; Vieira, 2005).

Ademais, a defesa dos cursos de formação continuada de professores de ciências é sustentada pela compreensão de que as concepções dos professores sobre Ciência e Tecnologia influenciam diretamente no desenvolvimento das concepções dos estudantes. À vista disso, nos últimos anos, “as ideias evidenciadas sobre a educação CTS passaram a ser apresentadas num articulado mais consistente e consciente, de forma cada vez mais explícita nas seções de formação” (Vieira; Martins, 2005, p. 118).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, exploramos o que o estado do conhecimento atual aponta sobre a abordagem CTS e sua influência na formação de professores. Conforme exposto pelos trabalhos mapeados, a abordagem CTS busca integrar os conhecimentos científicos e tecnológicos com os aspectos sociais, éticos e políticos, com o objetivo de preparar os estudantes para enfrentar os desafios contemporâneos de forma crítica e reflexiva.

Ao longo da pesquisa, identificamos como abordagem CTS pode influenciar os currículos e as metodologias de formação de professores. Observamos que há uma crescente conscientização sobre a importância de incorporar a abordagem CTS na formação docente, em específico, na formação inicial, pois ela oferece uma perspectiva mais ampla e contextualizada da Ciência e da Tecnologia,

permitindo que os professores orientem seus estudantes para uma participação mais ativa na sociedade.

Observamos também que a formação de professores em relação à abordagem CTS enfrenta desafios significativos. Muitos programas de formação ainda não incorporaram de maneira adequada os princípios do enfoque CTS em seus currículos, o que pode limitar o trabalho dos professores na abordagem de temas sociocientíficos em suas aulas. Além disso, a falta de recursos e apoio institucional pode dificultar uma incorporação adequada da abordagem CTS nas práticas pedagógicas.

Mesmo diante do exposto, a formação de professores é essencial para compartilhar experiências e desenvolver estratégias em potencial para o EC. Além disso, a integração da abordagem CTS em políticas educacionais e diretrizes curriculares pode fornecer um impulso adicional para sua incorporação na formação de professores.

Por fim, espera-se que este trabalho contribua para a reflexão sobre a importância da abordagem CTS na formação de professores e incentive esforços contínuos para fortalecer sua implementação nas práticas educacionais, visando preparar os alunos para os desafios e oportunidades da sociedade contemporânea.

Enfatizamos, ainda, que o estado do conhecimento sobre a abordagem CTS na formação de professores é um tema em constante evolução. Por isso, é crucial que a pesquisa e a prática sejam continuamente atualizadas para garantir que os professores sejam aperfeiçoados para abordar questões sociocientíficas e tecnológicas de maneira crítica, ética e socialmente responsável.

6. REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005>. Acesso em: 18 dez. 2023.

ALMEIDA, E. S.; GEHLEN, S. T. Organização Curricular na perspectiva Freire-CTS: propósitos e possibilidades para a Educação em Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 21, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/PpRfKfcbX5RSQFHMLmvmwFh/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, p. 1-13, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wJMcpHfLgzh53wZrByRpmkd/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

AZEVEDO, R. O. M. *et al.* Questões sócio-científicas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 18, p. 84-98, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2025>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BARROS, R. L.; SOUZA, A. C. R. Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas interações no contexto Educacional Brasileiro. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 30, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.32930/nuances.v30i1.6712>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BAZZO, W. A. Quase três décadas de CTS no Brasil! Sobre avanços, desconfortos e provocações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 260-278, 2018. DOI: 10.3895/rbect.v11n2.8427. Acesso em: 18 dez. 2023.

BINATTO, P. F.; CHAPANI, D. T.; DUARTE, A. C. S. Formação reflexiva de professores de ciências e enfoque ciência, tecnologia e sociedade: possíveis aproximações. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 131-152, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n1p131>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BINATTO, P. F. *et al.* Análise das Reflexões de Futuros Professores de Biologia em Discussões Fundamentadas pelo Enfoque CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 931-951, 2017. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017173931>. Acesso em: 18 dez. 2023.

DECONTO, D. C. S. **A perspectiva ciência, tecnologia e sociedade na disciplina de metodologia do ensino de física: um estudo na formação de professores à luz do referencial sociocultural**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 442, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/109803>. Acesso em: 18 dez. 2023.

DELABENETTA, R. A.; SCHNEIDER, E. M.; DAMKE, A. S. Programa de iniciação à docência (PIBID): contribuições para a formação docente e a compreensão da abordagem CTS. **Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade**, v. 6, n. 11, p. 144-168, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/persdia/article/view/7463/0>. Acesso em: 18 dez. 2023.

DOMICIANO, T. D.; LORENZETTI, L. A Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade no Curso de Licenciatura em Ciências da UFPR Litoral. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 22, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172020210105>. Acesso em: 18 dez. 2023.

FABRÍCIO, T. M.; FREITAS, D. Educação científica e o enfoque CTS: percepções de um grupo de professores de ciências em formação inicial. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2020. DOI: 10.3895/rbect.v13n1.8673. Acesso em: 18 dez. 2023.

GURGEL, C. M. A.; MARIANO, G. E. Concepção de neutralidade e objetividade da ciência e tecnologia na formação de professores de ciências: argumentos para a inserção da história e sociologia da ciência na construção do conhecimento científico. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, 2008. DOI: 10.3895/S1982-873X2008000100004. Acesso em: 18 dez. 2023.

JUNIOR, A. F. T. *et al.* Considerações sobre o trabalho com o júri simulado em uma questão socio científica com futuros professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, 2020. DOI: 10.3895/rbect.v13n2.5971. Acesso em: 18 dez. 2023.

MAGALHÃES, S. I. R.; TENREIRO-VIEIRA, C. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 19, n. 2, p. 85-110, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/374/37419205.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. (2011). *Análise Textual Discursiva*. 2 ed. rev. Unijuí. 2014.

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, 5(2), 154-164, 2014. DOI: <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2014.2.18875>. Acesso em: 18 dez. 2023.

MÜNCHEN, S. A Inserção da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na formação inicial de professores de Química. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 4, p. 416-434, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3557>. Acesso em: 18 dez. 2023.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR on-line**, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010. DOI: <https://doi.org/10.20396/rho.v10i39.8639728>. Acesso em: 18 dez. 2023.

OLIVEIRA, G. C. A.; NETO, A. T. Inter, Trans, Pluri e Multi (Disciplinaridade). Como esses conceitos contribuem para a sala de aula do professor de Língua Nacional? **Anais do Simpósio Linguagens e Identidades da/na Amazônia Sul-Ocidental**, n. 1, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315117568_INTER_TRANS_PLURI_E_MULTI_DISCIPLINARIDADE_COMO_ESSES_CONCEITOS_CONTRIBUEM_PARA_A_SALA_DE_AULA_DO_PROFESSOR_DE_LINGUA_NACIONAL. Acesso em: 18 dez. 2023.

OLIVEIRA, R. *et al.* Orientações ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e pensamento crítico no ensino de ciências: compreensões tecidas a partir do mapeamento de pesquisas brasileiras. **Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad**, v. 17, n. 51, p. 285-305, 2022. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8738134>. Acesso em: 18 dez. 2023.

RODRÍGUEZ, A. S. M.; DEL PINO, J. C. O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p90>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 2, p. 110-132, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfp5jqRL>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/355>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SILVA, R. *et al.* Professores de Química em Formação Inicial: o que Pensam e Dizem sobre as Relações entre Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 537-563, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u537563>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de Química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 21, p. 65-83, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010005>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SOUSA, R. G.; BRITO, L. P. Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras? **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 23, p. 85-102, 2015.

Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2015>. Acesso em: 18 dez. 2023.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200003>. Acesso em: 18 dez. 2023.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200004>. Acesso em: 18 dez. 2023.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Pensamento crítico e criativo para uma educação ciência-tecnologia-sociedade. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad** -CTS, v. 17, n. 51, p. 141-155, 2022. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8738127.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

TORRES, I. C.; SILVA, J. L.; ALVES, F. M. D. Alfabetização científica e tecnológica: uma necessidade à formação docente. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico** (EDUCITEC), v. 3, n. 06, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31417/educitec.v3i06.231>. Acesso em: 18 dez. 2023.

VIEIRA, R. M.; MARTINS, I. P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, v. 2, n. 6, p. 101-121, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/924/92420604.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

Submissão: 18/11/2023

Aceito: 02/01/2023