



Possibilidade de aproximação entre Educação CTSA e Educação Ambiental Crítica: uma análise nas atas do ENPEC no período 2011-2019

Possibility of rapprochement between CTSA Education and Critical Environmental Education: an analysis in the ENPEC minutes in the period 2011-2019

Posibilidad de acercamiento entre Educación CTSA y Educación Ambiental Crítica: un análisis en las actas de la ENPEC en el período 2011-2019

Dieison Prestes da Silveira

Universidade Federal do Paraná
dieisonprestes@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8446-4157>

Joselia Cristina Siqueira da Silva

Universidade Federal do Paraná
jcristinaquimica@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2448-9886>

Leonir Lorenzetti

Universidade Federal do Paraná
leonirlorenzetti22@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0208-2965>

Resumo

A Educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) faz-se necessário correlacionar-se com a Educação Ambiental Crítica (EAC), numa perspectiva integradora, visando formar indivíduos críticos e atuantes na sociedade. Pensando nisso, o presente estudo objetivou analisar os trabalhos publicados nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), no período 2011-2019 sobre CTSA e verificar as possibilidades de aproximações com a EAC, contribuindo com o campo da pesquisa e ampliando as discussões sobre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Como metodologia para este estudo, optou-se em realizar uma pesquisa do tipo “estado da arte”, mapeando trabalhos que apresentam no título e/ou palavras-chave os termos “CTSA” e/ou “Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”. Como forma de análise utilizou-se a Análise Textual Discursiva, com a criação de alguns descritores, bem como se realizou-se uma discussão



crítica das pesquisas mapeadas. Como resultados foi possível perceber que apenas 10 trabalhos apresentam possibilidades de aproximações entre CTSA com a EAC, necessitando de novos estudos na área.

Palavras-chave: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Educação Ambiental Crítica; ENPEC.

Abstract

Science, Technology, Society and Environment Education (CTSA) needs to be correlated with Critical Environmental Education (EAC), in an integrative perspective, aiming at forming critical and active individuals in society. With that in mind, the present study aimed to analyze the works published in the minutes of the National Meeting of Research in Science Education (ENPEC), in the period 2011-2019 on CTSA and verify the possibilities of approximations with the EAC, contributing to the field of research and expanding discussions on Science, Technology, Society and Environment. As a methodology for this study, it was decided to carry out a “state of the art” research, mapping works that present in the title and/or keywords the terms “CTSA” and/or “Science, Technology, Society and Environment”. As a form of analysis, Discursive Textual Analysis was used, with the creation of some descriptors, as well as a critical discussion of the researches mapped. As a result, it was possible to perceive that only 10 works present possibilities of approximations between CTSA and EAC, requiring further studies in the area.

Keywords: Science, Technology, Society and Environment; Critical Environmental Education; ENPEC.

Resumen

La Educación en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente (CTSA) necesita estar correlacionada con la Educación Ambiental Crítica (EAC), en una perspectiva integradora, con el objetivo de formar individuos críticos y activos en la sociedad. Con eso en mente, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los trabajos publicados en las actas de la Reunión Nacional de Investigación en Educación en Ciencias (ENPEC), en el período 2011-2019 en CTSA y verificar las posibilidades de aproximaciones con la EAC, contribuyendo a el campo de la investigación y la ampliación de las discusiones sobre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente. Como metodología para este estudio se optó por realizar una investigación de “estado del arte”, mapeando obras que presenten en el título y/o palabras claves los términos “CTSA” y/o “Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente”. Como forma de análisis, se utilizó el Análisis Textual Discursivo, con la creación de algunos descriptores, así como una discusión crítica de las investigaciones mapeadas. Como resultado, fue posible percibir que solo 10 trabajos presentan posibilidades de aproximaciones entre CTSA y EAC, requiriendo mayores estudios en el área.

Palavras clave: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente; Educación Ambiental Crítica; ENPEC.



Introdução

Constantemente, faz-se necessário ter discussões envolvendo as possíveis implicações da Ciência e da Tecnologia (CT) no meio sociocultural, inserindo outras temáticas, como por exemplo, o meio ambiente, o capitalismo, as desigualdades sociais, almejando um debate plural e analítico. Sabe-se que a Educação Ambiental, desde 1962 teve seus debates intensificados, fortalecendo provocações sobre as ideias e posicionamentos hegemônicos que se faziam/fazem presentes. Loureiro (2020, p. 136) comenta que “[...] a degradação e a destruição ambientais são o imediato com o qual nos confrontamos e são o ponto de partida enquanto questões que nos mobilizam e que queremos superar”. Frente a isso, cabe dizer que os impactos socioambientais, a poluição, a exclusão e/ou desvalorização de saberes são alguns elementos que devem ser criticizados quando se discute a Ciência, o desenvolvimento tecnológico e suas possíveis implicações na sociedade, buscando formar sujeitos responsáveis e críticos para uma tomada de decisão sábia na contemporaneidade.

Quando se discute a Educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), o termo “Ambiente” da téttrade precisa estar em evidência e apresentar a mesma significância dos demais elementos, entretanto, alguns estudos evidenciam que isso de fato não ocorre (Luz *et al.*, 2019). A Educação Ambiental Crítica (EAC), sendo uma forma de intervenção social, se apresenta como uma possibilidade de (re)significar o termo “Ambiente” na téttrade CTSA e promover debates que se inter-relacionam com outras temáticas, como por exemplo, a cultura, economia, política, desigualdades sociais, saúde, permitindo que os sujeitos compreendam de forma crítica e reflexiva as múltiplas relações existentes entre a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente.

Loureiro (2006) comenta que a Educação Ambiental Crítica surgiu da necessidade de demarcar o campo da Educação Ambiental, ampliando o debate envolvendo as questões sociais, políticas, educacionais e econômicas. Isso incumbe em um viés integrador e contextualizado, indo além de uma abordagem conservadora e biologizante de Educação Ambiental. Observando a pertinência de um olhar crítico a diferentes contextos e *lôcus* sociais, sinalizando possíveis articulações entre a EAC e a CTSA, que este estudo se desenvolve, investigando no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), tendo em vista a sua relevância, mais especificamente na Área/Linha voltada a CTS, os trabalhos que apresentam potencialidades para discutir a EAC.

Em se tratando do ENPEC, desde 1997, de forma bianual, o evento vem oportunizando trocas de saberes, vivências e experiências entre professores, pesquisadores, estudantes de graduação e Pós-Graduação, contribuindo com o campo da pesquisa e da divulgação científica. Dentre as temáticas discutidas no ENPEC podem-se mencionar questões de Gênero; Educação Ambiental; Currículo; Educação em Saúde; Políticas Educacionais; Formação de Professores; Ensino e Aprendizagem; História, Filosofia e Sociologia da Ciência; Linguagens e Discursos, Multiculturalismo; Alfabetização Científica; Ciência Tecnologia e Sociedade, entre outros assuntos que emergem do contexto social, educacional, político e econômico e necessitam de debates.

A partir deste breve panorama das temáticas, observa-se que Educação CTSA e a Educação Ambiental se apresentam como relevantes nas atas do ENPEC, tendo em vista que possibilitam



formar sujeitos atuantes na sociedade. Pensando nestas prerrogativas e salientando que os autores deste trabalho discutem a Educação CTSA e a EAC por meio do Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Tecnológica (GEPACT) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), cabe dizer que o presente estudo objetivou analisar os trabalhos publicados nas atas do ENPEC, do período 2011-2019 sobre CTSA e verificar as possibilidades de aproximações com a EAC, contribuindo com o campo da pesquisa e ampliando as discussões sobre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Contextualização teórica

Com o avanço das tecnologias e o crescimento industrial, surgiram consigo problemas socioambientais, os quais necessitam de uma atenção especial (Santos, 2007). Nas palavras de Silva *et al.* (2016, p. 738), “[...] a sociedade contemporânea é marcada por uma dubiedade em relação aos modos de produção e consumo e a degradação do ambiente”. Nesse sentido, a Educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente se apresenta como uma importante temática para discutir assuntos que emergem do contexto sociopolítico, tecnológico, econômico e que se relacionam com o meio ambiente. Rosa e Strieder (2018, p. 100) comentam que as discussões envolvendo a Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade surgiram da “[...] insatisfação de segmentos da sociedade diante da concepção linear/tradicional da relação entre Ciência e Tecnologia”.

Em se tratando da Educação CTSA, essa emergiu como uma forma de resgatar e destacar a temática ambiental, para que fossem incluídas e enfatizadas nas discussões de Ciência, Tecnologia e Sociedade, haja vista que há vários sentidos e compreensões sobre ambiente (Santos, 2007). Nas palavras de Fernandes *et al.* (2018, p. 876):

A grande finalidade da educação em Ciências numa perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) é dar da Ciência uma visão integrada, relacionando-a com a Tecnologia e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Luz *et al.* (2019, p. 48) em seus estudos observaram que “[...] há vários sentidos atribuídos ao meio ambiente nos trabalhos de CTSA, mas que este é normalmente entendido como problema e reduzido a seus aspectos naturais”. É por meio destas problematizações que se observa a importância da inserção da EAC quando se discute CTSA, mais especificamente o termo “A” da tétrede, que faz referência ao Ambiente, pois a EAC constitui-se de uma importante forma de discutir aspectos da realidade dos atores sociais, sendo capaz de contribuir com a formação cidadã (Silveira & Lorenzetti, 2021).

Auler e Bazzo (2001) comentam que a partir das décadas de 1960 e 1970 a degradação ambiental, o avanço tecnológico e científico, as implicações da Ciência e da Tecnologia, as desigualdades sociais, entre outras temáticas correlacionadas se tornaram alvos de olhares mais críticos. No mesmo sentido, Oliveira *et al.* (2016, p. 121) afirmam que “[...] desde o último século,



a humanidade tem experimentado um avanço sem precedentes na rapidez com que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos se incorporam ao cotidiano das pessoas”.

Na atualidade, discutir os aspectos da não neutralidade da ciência, quais os possíveis impactos gerados pela tecnologia na sociedade e no ambiente requerem constantes provocações, apesar de que, conforme explicitam Luz *et al.* (2019, p. 32), “[...] a preocupação em articular a EA com a Educação CTS é recente e pouco explorada”. É neste contexto que a EAC surge como uma possibilidade de aproximação, reiterando o compromisso social, político, sobretudo pelo caráter interdisciplinar e integrador. Silveira e Lorenzetti (2021, p. 3) relatam que “[...] a EAC permite a problematização no que diz respeito às relações de poder, que são parte de questões políticas, econômicas e culturais”. Em relação a isso, observa-se que a Educação CTSA também instiga problematizações acerca das relações de poder presentes no domínio tecnológico e nos investimentos em pesquisa. Desenvolver um olhar crítico permite (re)pensar nas estruturas sociais, no teor hegemônico e nas problemáticas existentes, como por exemplo, as problemáticas ambientais.

Pensando na influência da Ciência e da Tecnologia na América Latina, há se considerar o Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), que trouxe consigo questionamentos acerca da influência externa de países desenvolvidos (Dagnino, 2003). Este olhar crítico permitiu discussões sobre para qual grupo social a Ciência e a Tecnologia está sendo construída. De igual modo, a Ciência e a Tecnologia dos países desenvolvidos são adequadas para os países em processo de desenvolvimento? Neste caminho de debates envolvendo a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, há de se considerar a importância do Ambiente, tendo em vista que se articula diretamente com a tríade CTS. Pensando nestas breves provocações, observa-se que a temática ambiental se apresenta de grande relevância, haja vista que questiona o atual modelo de desenvolvimento, o capitalismo e a busca por riquezas (Luz *et al.*, 2019).

Em se tratando da historicidade da Educação Ambiental brasileira, Layrargues e Lima (2014) comentam o surgimento de três macrotendências político-pedagógicas, sendo elas: conservacionista, pragmática e crítica. A macrotendência conservacionista se caracteriza por apresentar uma visão reducionista de Educação Ambiental compreendendo os rios, florestas, animais, direcionando o olhar as questões biologizantes e descontextualizadas. A macrotendência pragmática consiste na ideia de Desenvolvimento Sustentável e de consumo, entretanto, tanto na conservacionista, quanto na pragmática não discutem as questões sociais, políticas, econômicas, culturais e que promovem e intensificam as desigualdades sociais. Já a macrotendência denominada crítica, busca inserir no diálogo crítico as múltiplas relações entre homem, sociedade, ambiente, cultura, política, economia, desigualdades sociais, saúde, fome, buscando desenvolver nos sujeitos uma visão reflexiva e totalizadora da realidade em que vivem. Nesse sentido, cabe dizer que “[...] a EAC se relaciona com os problemas sociais e ambientais, na tentativa de construir um espaço mais justo, solidário e igualitário” (Silveira & Lorenzetti, 2021, p. 6). Na mesma perspectiva Loureiro e Layrargues (2013, p. 64-65) enfatizam que a origem da Educação Ambiental Crítica.

[...] remete a meados da década de 1980 e início dos anos 1990, com o processo de redemocratização da sociedade brasileira, o que favoreceu a retomada de movimentos sociais de cunho emancipatório e o fortalecimento de perspectivas críticas na educação e da educação popular.



A influência da pedagogia freiriana e a busca por uma formação crítica e ativa na sociedade sinalizavam para um olhar interdisciplinar, contextualizado e integrador as ideias de desenvolvimento, sobretudo, no campo da educação. A partir disso, “[...] a Educação Ambiental no Brasil se volta, assim, para a formação humana, para a formação política [...]” (Loureiro & Layrargues, 2013, p. 65). Nesse sentido, há de se considerar que “[...] a Ciência e a Tecnologia formam um conjunto de realidades tão vinculadas que se torna difícil separá-las, e que está presente em quase todos os aspectos da nossa vida” (Fernandes, Pires & Delgado-Iglesias, 2018, p. 876). Pode-se dizer que a temática socioambiental também está fortemente atrelada aos debates envolvendo a ciência e a tecnologia, trazendo consigo questionamentos acerca das suas implicações a curto, médio e longo prazo a sociedade e ao ambiente, portanto, quando se discute a Educação CTSA deve-se evidenciar cada elemento da téttrade, sinalizando caminhos para um diálogo crítico e com possibilidades de intervenção social.

Silva *et al.* (2014, p. 746) comentam que “[...] os assuntos discutidos à luz da abordagem CTSA parece revelar os interesses de poder político e científicos que estão sempre ocultos nas inovações tecnológicas”. Noutras palavras, por meio das discussões envolvendo CTSA, novas compreensões e delineamentos podem surgir, reforçando o papel crítico e interventivo que a Educação CTSA possui. Domiciano e Lorenzetti (2020, p. 4) expõem que “[...] atualmente os estudos CTS são definidos como um campo de trabalho bem consolidado, com caráter interdisciplinar, organizado em torno de críticas às tradicionais imagens de CT”. Atrelada a Educação Ambiental Crítica, novas percepções de mundo podem emergir, reiterando o compromisso social e formativo destas temáticas, sobretudo, interligado com uma premissa dialógica, crítica e interventiva, com vistas a formação para a cidadania.

Percurso metodológico

O presente estudo apresenta uma abordagem qualitativa, cujo tipo de pesquisa se denomina “estado da arte”. O estado da arte se caracteriza como uma “metodologia de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles” (Ferreira, 2002, p. 258). Para este estudo, foram analisadas as atas do ENPEC, do período 2011-2019, na área específica que contempla CTS. Justifica-se o mapeamento a partir de 2011, pois há uma classificação por Área/Linha temática, o que evidencia uma consolidação das temáticas discutidas no ENPEC. Foram mapeados um total de 386 trabalhos. Destes, 45 apresentavam no título e/ou palavras-chave os termos “CTSA” e/ou “Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”, contemplando o corpus de análise desta pesquisa. Para fins de análise, foram criados os seguintes descritores: ano de publicação, autores e Instituições de Ensino Superior (IES), bem como uma discussão envolvendo os trabalhos que apresentam aproximações entre CTSA e EAC. A análise dos dados pautou-se na Análise Textual Discursiva que se inicia com a unitarização dos dados em unidades e estas podem ser subdivididas em outras unidades, dependendo da interlocução empírica do pesquisador (Moraes & Galiuzzi, 2006).



Resultados e discussão

De um total de 386 trabalhos mapeados, 45 compreendem este estudo. Em relação ao descritor “ano de publicação”, a Tabela 1 mostra o quantitativo de trabalhos presentes na área específica de CTS que de 2011 até 2017 se insere na Linha/Área 9 e em 2019 se apresenta na Linha/Área 1 do ENPEC.

Tabela 1. Quantitativo de trabalhos mapeados que abordam CTSA nas atas do ENPEC, no período 2011-2019.

| Ano | Trabalhos mapeados | Trabalhos encontrados |
|--------------|--------------------|-----------------------|
| 2011 | 80 | 9 |
| 2013 | 63 | 7 |
| 2015 | 60 | 3 |
| 2017 | 110 | 15 |
| 2019 | 73 | 11 |
| Total | 386 | 45 |

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Em relação ao descritor “autores”, foi possível observar um total 134 que publicaram suas pesquisas nas atas do ENPEC, do período 2011-2019. Apresentam destaque: Washington Luiz Pacheco de Carvalho; Sidnei Quezada Meireles Leite; Nei Nunes-Neto e Dália Melissa Conrado que, juntos, detêm 6,69% do total de trabalhos. Em relação as “IES”, observa-se um total de 127 aparições de instituições. Neste estudo levou-se em consideração o número de vezes que tanto os autores, quanto as IES apareceram, haja vista que teve casos que diferentes Instituições participaram de um mesmo trabalho. Por meio desta análise, observou-se que o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) detém 11,02% do total de trabalhos nas edições analisadas, seguido da Universidade Federal da Bahia (UFBA) com 10,23% e da Universidade Estadual Paulista (UNESP) que teve 9,44%.

Para a análise dos trabalhos, partimos da premissa que ao se discutir CTSA, todos os elementos da téttrade devem apresentar a mesma significância para a discussão (Santos, 2007). Diante disso, a partir de uma leitura crítica dos 45 trabalhos, foi possível perceber que apenas 10 (22,22%) apresentam possibilidades de aproximações entre CTSA com a EAC. Estes dados apresentam relação com a pesquisa de Luz *et al.* (2019, p. 45) quando os autores afirmam “[...] que a maioria dos trabalhos que utiliza CTSA não confere ao Meio Ambiente a mesma importância dada às discussões referentes aos outros elementos da téttrade”. Da mesma forma, acerca desta pesquisa, 15 trabalhos (33,33%) não apresentam nenhum autor ou até mesmo termo que faz alusão a CTSA nas discussões, evidenciando fragilidades e inconsistências teórico-metodológicas.

Dentre as temáticas discutidas e que apresentam relações entre CTSA e EAC, pode-se mencionar: o lixo urbano e seus aspectos socioculturais, econômicos e ambientais e a necessidade em ampliar o diálogo, com vistas à sustentabilidade; o uso dos agrotóxicos e seus malefícios para a sociedade e para o ambiente, relacionando com as desigualdades sociais, a saúde e a fome; a implementação de Sequências Didáticas (SD), tendo como tema problematizador



a água, buscando um olhar crítico a este recurso natural. Ainda, observaram-se trabalhos que abordavam a dengue e suas implicações na saúde; questões voltadas a agroindústria e suas múltiplas interfaces com as desigualdades sociais; emprego e formação para a cidadania; Questões Sociocientíficas (QSC) e temas controversos. Estes e outros trabalhos trazem aproximações entre CTSA e EAC, possibilitando contribuir com o diálogo de temas emergentes e que perfazem o dia a dia dos sujeitos.

Apresentando e discutindo os trabalhos mapeados, pode-se dizer que o estudo de Ribeiro e Almeida (2019) apresenta uma análise das atividades realizadas por alunos do 6º ano, de uma escola pública em um município do estado do Pará, Brasil, durante e após o desenvolvimento de um minicurso. O minicurso em questão teve por base a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, enfatizando a temática “A água para o consumo humano”. De acordo com as autoras, “o ensino baseado por/na abordagem CTSA possibilita a construção do conhecimento pela compreensão dos problemas da realidade, permitindo a interação com essa realidade pela aquisição de conhecimento científico” (Ribeiro & Almeida, 2019, p. 7). A análise das atividades desenvolvidas pautou-se em explorar o processo de tomada de decisão acerca dos problemas reais do dia a dia envolvendo a água e seu consumo. Dentre os resultados observados as autoras destacam as múltiplas alternativas para o tratamento da água, explicitando a importância da ciência e da tecnologia neste processo. Ainda, teve discussões de caráter multidisciplinares envolvendo o meio ambiente e a sociedade, bem como diálogos críticos, visando uma tomada de decisão e o envolvimento com a problemática discutida.

A pesquisa de Santos *et al.* (2011) analisa a metodologia dos trabalhos de pesquisa em Ensino de Ciências sobre o tratamento de Questões Sociocientíficas no ensino médio. De acordo com os autores, percebeu-se que em se tratando dos professores, há um direcionamento dos conhecimentos científicos abordados em sala de aula com os saberes dos alunos. Isso culmina em aproximações sobre a realidade em que os estudantes e a escola estão inseridas, buscando formas para sanar problemas e desafios de uma determinada realidade. A inserção de Questões Sociocientíficas permite aproximar a realidade dos estudantes com os conhecimentos científicos, permitindo uma análise crítica das temáticas discutidas. Domiciano e Lorenzetti (2020, p. 4) comentam que “a efetivação de uma educação nesse direcionamento, requer educadores conscientes de seu papel social de formador dos futuros cidadãos, em uma sociedade cada vez mais permeada por CT”. Noutras palavras, o professor tem um papel importante neste contexto, sobretudo de instigar o desenvolvimento crítico-reflexivo dos seus alunos para o exercício da cidadania.

Ainda sobre as Questões Sociocientíficas, o trabalho de Martins e Dionor (2019) evidencia uma carência de pesquisas sobre discussões teóricas do uso de QSC na educação científica. Por meio de uma pesquisa baseada em uma revisão sistemática da literatura de artigos levantados em periódicos nacionais e internacionais notou-se que as temáticas discutidas nos artigos se centram em saúde, meio ambiente e ética. De igual modo, grande parte dos trabalhos apresentam inconsistências teórico-metodológicas, pois não discutem e/ou definem Questões Sociocientíficas (Martins & Dionor, 2019). Estas discussões envolvendo Questões Sociocientíficas permitem sinalizar alguns caminhos e perspectivas para ampliar as pesquisas sobre CTSA, principalmente pelo viés crítico. Observa-se que as QSC se tornam elementos importantes para inserir problemas



reais e contextualizados, inter-relacionando a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, num sentido plural e dialógico, discutindo questões sociais, ambientais, culturais, políticas e históricas.

Gonzalez (2011) analisa em sua pesquisa um percurso de ensino que articula conteúdos de química orgânica com os aspectos socioeconômicos e culturais pertinentes a produção e descarte do lixo urbano em uma perspectiva CTSA, desenvolvida na terceira série do ensino médio, em uma escola pública. Por meio de observações durante o percurso de ensino, observou-se o interesse dos jovens estudantes nas discussões sobre as problemáticas geradas pelo descarte do lixo urbano. Nas palavras da autora:

Constamos que a proposta de estudo sobre o lixo produzido nos centros urbanos permitiu que os educandos compreendessem os conhecimentos químicos de forma articulada com as leis, a economia, a política, sobre cultura, que perpassam esse tema, levando-os a tecer críticas ao sistema de destino do lixo produzido na escola (Gonzales, 2011, p. 11).

Por meio desta afirmação é possível ampliar as discussões, inserindo outras prerrogativas, como por exemplo, a exclusão e a desvalorização de uma parcela da população que sobrevive catando materiais, falta de políticas públicas e incentivo a estas famílias, questões de geração de renda, exercício da cidadania, diálogos de saberes, entre outras temáticas, que juntas, contribuem com o processo de ensino e aprendizagem sobre CTSA e EAC. Silveira *et al.* (2021) destacam que a Educação Ambiental Crítica, principalmente no âmbito do Ensino de Ciências, visa estimular o diálogo e o senso crítico dos estudantes sobre os processos e meios que se apresentam no ensino e na aprendizagem e na vida da comunidade, tendo um olhar integrador às problemáticas socioambientais. Isso se inter-relaciona com a Educação CTSA, perfazendo novas aprendizagens e o exercício da cidadania, com vistas a uma tomada de decisão na sociedade. Luz *et al.* (2019, p. 43) comentam que “a EA Crítica integrada à Educação CTS pode contribuir para que temáticas socialmente relevantes e questões ambientais sejam tratadas sob o ponto de vista da complexidade”. Neste caso analisado, o descarte do lixo urbano pode ser um caminho para ampliar o conhecimento dos estudantes sobre situações reais do dia a dia, reiterando o compromisso social, ambiental e econômico.

O trabalho de Cavalcanti *et al.* (2011) discute a aplicação de uma Unidade Didática (UD) articulando conhecimentos de Educação Ambiental para a Sustentabilidade (EAS) e o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, utilizando a dengue como contexto de diálogo e novas aprendizagens. De acordo com os autores, “a articulação CTSA e EAS, possibilita a promoção de atividades capazes de relacionar o conteúdo propedêutico com a vivência do aluno, favorecendo a compreensão do mesmo” (Cavalcanti *et al.*, 2011, p. 2). Em relação a atividade, participaram três turmas do 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública no Rio de Janeiro. Como resultados, observou-se que 43,8% dos estudantes apresentam uma visão redentora da ciência, acreditando que ela pode resolver os todos problemas presentes. De modo geral, isso permite um (re)pensar na importância do diálogo dentro da sala de aula, visando a construção conjunta de novos conhecimentos. A dengue, por ser uma temática que inter-relaciona meio ambiente, saúde, educação, tecnologia, sociedade, qualidade de vida e bem-estar social pode ser um caminho para discutir



questões que se fazem presentes no dia a dia de estudantes e na comunidade como um todo. Dessa forma, abordar a dengue no contexto escolar se torna imprescindível, visando compreender que a ciência não apresenta respostas a todos os problemas, bem como a tecnologia não está acessível a todos. Santos (2007) comenta que a partir do desenvolvimento da criticidade, espera-se que os estudantes possam ser alfabetizados cientificamente e tecnologicamente, reconhecendo limites e possibilidades acerca da Ciência e da Tecnologia.

Outro trabalho que se articula com questões de ensino no contexto escolar é a pesquisa de Sarmiento *et al.* (2019) que aborda uma Sequência Didática sobre aquecimento global no ensino de biologia. O trabalho em questão apresentava a primeira etapa de um estudo de desenvolvimento de inovação educacional. De acordo com os autores, observa-se “o potencial de formar cidadãos capazes de usar o conhecimento científico para agir de forma consciente acerca da crise ambiental e construir estilos de vida mais sustentáveis” (Sarmiento *et al.*, 2019, p. 6-7). Sabe-se que as Sequências Didáticas são fundamentais para o desenvolvimento de atividades que permitam a troca de conhecimentos, por meio do diálogo e das interações, acerca de um tema que necessite de discussões. Inter-relacionando as Sequências Didáticas com a Educação CTSA, pode-se dizer que além de fortalecer o campo educacional, ainda permite a construção conjunta de diálogos e novas aprendizagens, principalmente quando se usa um tema contemporâneo e emergente. Domiciano e Lorenzetti (2020) destacam que a formação de professores é um elemento essencial quando se pensa em Ciência e Tecnologia, visando o processo dialógico com os estudantes sobre os impactos e mudanças na sociedade causados pela CT.

A pesquisa de Ribeiro *et al.* (2011) discute e analisa as estratégias de ensino e aprendizagem implementadas numa intervenção didático-pedagógica na qual tomam parte o professor de física da escola, o pesquisador acadêmico da universidade e um licenciando em física em formação inicial. As estratégias foram desenvolvidas junto a alunos do 2º ano do ensino médio e visavam a Alfabetização Científica e Tecnológica, numa abordagem CTSA, empregando-se o estudo de aparelhos tecnológicos do cotidiano dos alunos. Por meio dos resultados, observou-se que os alunos, em boa medida, foram capazes de discutir, argumentar e desenvolver uma visão abrangente e verdadeira da construção do conhecimento científico e as relações complexas que ele estabelece com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade e o meio ambiente. Nas palavras dos autores, a atividade de intervenção “aproximou-os de uma visão mais abrangente, crítica e verdadeira da construção do conhecimento científico e das relações que ele estabelece com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade e o meio ambiente” (Ribeiro *et al.*, 2011).

Dando seguimento as análises, há de se considerar também o trabalho de Mattos *et al.* (2019) que aborda aspectos teórico-metodológicos do desenvolvimento de uma intervenção pedagógica planejada na perspectiva da aula de campo e contextualização. Segundo os autores, a atividade pautou-se em rodas de conversas, avaliações em grupos e individuais, fotografias e anotações diversas. Foram desenvolvidas atividades para debater temáticas de operação unitária no setor da agroindústria. Por meio das atividades propostas ocorreu a dialogicidade entre diferentes saberes epistemológicos e suas aplicações nas diversas situações reais, fundamentadas na formação integral do indivíduo, com autonomia e criticidade. Isso, de modo geral, correlaciona com a EAC e a Educação CTSA, haja vista que há fundamentos para uma atuação crítica na



sociedade, (re)conhecendo lacunas, questionando a lógica dominante capitalista e fortalecendo o conhecimento entre os atores sociais.

Outro trabalho que insere a Educação CTSA e apresenta correlação com a EAC é a pesquisa desenvolvida por Santos *et al.* (2011) que versa sobre a problematização de temas considerados controversos desencadeadores de questionamentos e possibilitadores de construção e reconstrução de posicionamentos diante de relações sociais que envolvam determinados conhecimentos científicos. A presente pesquisa, de abordagem qualitativa, teve por base a concepção educacional dialógico-problematizadora de Paulo Freire e os dados foram constituídos em uma escola municipal, em turmas de oitava série vinculados a Educação de Jovens e Adultos (EJA). A atividade demonstrou-se de extrema relevância, pois os participantes ao interagirem por meio do diálogo, realizavam o processo de negociação, compartilhamento de conhecimentos, argumentavam e correlacionavam os assuntos debatidos com problemáticas de seu cotidiano. Isso implica um olhar multidimensional a ciência, a tecnologia, ao meio ambiente e a sociedade, instigando discussões sobre fatos contemporâneos, emergentes e que afetam (in)diretamente o ambiente e a sociedade.

O trabalho de Pontes e Fernandes (2019) foi desenvolvido no contexto de uma escola da zona rural do município de Piedade, estado de São Paulo. O município em questão apresenta economia baseada na agricultura, exercida majoritariamente por agricultores familiares. Os autores da pesquisa, ao realizarem um levantamento inicial, perceberam que os estudantes não percebiam a existência entre os conteúdos de Biologia e seu cotidiano, sobretudo quanto ao uso dos produtos agrícolas. Diante disso, a partir da aplicação de um questionário, o qual versava sobre assuntos pertinentes a CTSA e o dia a dia dos estudantes, ficou evidente algumas lacunas e o distanciamento nas compreensões dos alunos sobre as relações CTSA com a Biologia. Nesse sentido, Pontes e Fernandes (2019, p. 3) comentam que:

Era suposto que, a partir da análise dos dados obtidos, seria possível elaborar um currículo de Ensino de Biologia, utilizando um enfoque CTSA que contemplasse a relação entre as Ciências Biológicas e a atividade agrícola, que por sua vez possui uma intrincada relação entre sociedade, técnicas de produção, interesses financeiros e mercadológicos.

Por meio disso, pode-se dizer que a Educação CTSA pode colaborar para uma aproximação de conhecimentos científicos com o dia a dia da sociedade. De igual modo, em se tratando do currículo de Biologia, a inserção de discussões relacionadas ao cotidiano dos estudantes permite um ensino contextualizado, que contemple a realidade dos alunos e suas famílias de forma emancipatória. Quando se pensa em uma perspectiva emancipatória, vem à tona a EAC, tendo em vista que ela busca um olhar libertador, crítico e emancipatório dos sujeitos para as (con) vivências sociais (Loureiro, 2006).

A partir desta breve descrição e análise dos trabalhos mapeados nesta pesquisa fica evidente a importância de articular a Educação CTSA com a EAC, visando um olhar integrador e um debate crítico as questões contemporâneas. Os agrotóxicos, o lixo, o uso de SD, intervenções didático-pedagógicas, entre outras temáticas elencadas nos trabalhos trazem consigo provocações acerca da importância do professor, das escolas, principalmente para discutir as



desigualdades sociais, qualidade de vida, hegemonia instaurada, precarização do trabalho, cidadania e tomada de decisão. Domiciano e Lorenzetti (2020) defendem a necessidade de uma cultura de participação e a abordagem crítica dos problemas existentes nos mais variados espaços da sociedade. Isso permite uma tomada de decisão sábia, reconhecendo as implicações e limitações da Ciência e da Tecnologia, principalmente quando se almeja uma formação para a cidadania.

Em relação a este estudo, fica evidente a preocupação da Educação CTSA no contexto escolar, pois 90% dos trabalhos encontrados, que apresentam articulações entre a Educação CTSA e a EAC, fazem alusão ao contexto escolar. Nesse sentido, nota-se a pertinência de um debate envolvendo CTSA e EAC dentro do campo educacional, com vistas a efetiva participação dos estudantes para um (re)pensar no contexto sociocultural. Foi possível observar também que os referenciais teóricos encontrados nas pesquisas discutem uma formação crítica, interventiva, dialógica e contextualizada, sendo de extrema necessidade na atualidade, para mitigar casos de alienação social e ideológica.

Considerações finais

Na contemporaneidade cada vez mais fica evidente a pertinência de um debate provocativo envolvendo temas que contemplam o dia a dia da sociedade. Formar sujeitos atuantes e responsáveis ainda é um desafio, tendo em vista a diversidade de *fake news*, negacionismo e movimentos contrários a ciência que se vivenciou e ainda se vivencia. Diante disso, cabe salientar que os estudos voltados a Educação CTSA são fundamentais e devem ser intensificados.

Por meio da análise deste estudo, notam-se articulações entre a Educação CTSA e a EAC, uma vez que apresentam conexões, principalmente quando se busca contribuir com o processo formativo crítico, reflexivo e autônomo dos sujeitos para uma atuação responsável na sociedade. De igual modo, esta pesquisa traz consigo contribuições para se pensar o campo científico e discutir as temáticas hegemônicas que, por vezes, promovem o processo de alienação social.

A partir deste estudo surgem provocações acerca da importância efetivamente do termo “A” na téttrade CTSA. Sugere-se a inserção do termo Ambiente principalmente quando se busca demarcar uma temática envolvendo o meio ambiente, sobretudo numa perspectiva crítica, emancipatória e que busque respostas aos problemas socioambientais. Em se tratando especificamente deste estudo, observou-se uma preocupação com o contexto escolar, entretanto, sugerem-se novas pesquisas que articulem a Educação CTSA e a EAC em outros espaços, favorecendo a divulgação científica de temas contemporâneos e fortalecendo a Educação CTSA e a EAC.

Contribuições dos autores

Conceptualização: Todos los autores; Metodologia: Todos los autores; Software: N/A (não aplicável); Validação: N/A (não aplicável); Análise formal: Todos los autores; Investigación: Todos



los autores; Recursos: N/A (não aplicável); Curadoria de dados: Todos los autores; Escrita - Esboço original: Todos los autores; Escrita - Revisão & Edição: Todos los autores; Visualização: Todos los autores; Supervisão: Todos los autores; Gestão do projeto: Todos los autores; Captação de financiamento: CAPES (seguir orientações CRediT: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/leap.1210>)

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Tecnológica da Universidade Federal do Paraná pelas discussões pertinentes a temática deste estudo.

Financiamento

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financiamento 001.

Referências

- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13.
- Cavalcanti, D. B., Lemos, J. L. S., Chrispino, A., & Antonioli, P. M. (2011). Contribuições iniciais de uma Unidade Didática sobre a dengue articulando Educação Ambiental para a sustentabilidade e o enfoque CTSA destinada a alunos do ensino médio. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp.1-12). Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Consultado em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0038-1.pdf
- Dagnino, R. (2003). A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento da hélice tríplice”. *Revista Brasileira de Inovação*. 2(2), 267-307.
- Domiciano, T. D., & Lorenzetti, L. (2020). A Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade no curso de Licenciatura em Ciências da UFPR litoral. *Ensaio*, 22, 1-25.
- Fernandes, I. M. B., Pires, D. M., & Delgado-Iglesias, J. (2018). Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciênc. Educ.*, 24(2), 875-890.
- Ferreira, N. S. de A. (2002). As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, 23(79), 257-272.
- Gonzalez, I. M. (2011). Análise de um percurso de ensino sobre o lixo urbano na perspectiva CTSA. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp.1-12). Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Consultado em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1034-1.pdf
- Layrargues, P., & Lima, G. (2014). As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, 17(1), 23-40.



- Luz, R., Queiroz, M. B. A., & Prudêncio, C. A. V. (2019). CTS ou CTSA? O que (não) dizem as pesquisas sobre Educação Ambiental e Meio Ambiente? *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 12(1), p. 31-54.
- Loureiro, C. F. B. (2006). Complexidade e Dialética: contribuições a práxis política e emancipatória em educação ambiental. *Educação e Sociedade*, 27(94), 131-152.
- Loureiro, C. F. B. (2020). Contribuições teórico-metodológicas para a Educação Ambiental com povos tradicionais. *Ensino, Saúde e Ambiente*, número especial, 133-146.
- Martins, L., Dionor, G. A., Conrado, D. M., & Neto, N. F. N. (2019). Ensino baseado em questões sociocientíficas: uma revisão sistemática de propostas didáticas. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp 1-8). Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Consultado em: http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/lista_area_08_1.htm
- Mattos, F. R., & Leite, S. Q. M. (2019). Contextualização com enfoque CTS/CTSA mediada por aula de campo no ensino médio integrado ao técnico. In XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp 1-9). Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Consultado em: <https://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0715-1.pdf>
- Moraes, R., & Galiuzzi, M. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, 12(1), 117-128.
- Oliveira, S., Guimarães, O. M., & Lorenzetti, L. (2016). O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio. *Alexandria*, 9(2), 121-147.
- Pontes, D. A., & Fernandes, H. L. (2019). O ensino de biologia sob a abordagem CTSA: um estudo de caso em uma escola pública da zona rural de Piedade-SP. In XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp 1-7). Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Consultado em: http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/lista_area_08_1.htm
- Rosa, S. E., & Strieder, R. B. (2018). Educação CTS e a não neutralidade da ciência-tecnologia: um olhar para práticas educativas centradas na questão energética. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(3), 98-123.
- Ribeiro, D. N. C., & Almeida, A. C. P. C. (2019). Tomada de decisão na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: uma análise no ensino por meio do tema a água para o consumo humano. In XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp 1-8). Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Consultado em: <https://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1413-1.pdf>
- Ribeiro, T. V., Genovese, L. G., & Colherinhas, G. (2011). O ensino por pesquisa no ensino médio: discussão de questões CTSA em uma Alfabetização Científico-Tecnológica. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp 1-14). Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Consultado em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0610-1.pdf
- Santos, P. G. F., Lopes, N. C., Carnio, M. P., Carvalho, L. M. O., & Carvalho, W. L. P. (2011). A abordagem de questões sociocientíficas no ensino de ciências: uma compreensão das sequências didáticas propostas por pesquisas da área. In VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp.1-12). Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Consultado em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0847-1.pdf
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*. 1, número especial, 1-12.



- Sarmiento, A. C. H., Munis, C. R. R., Guimarães, A. P. M., & Nunes-Neto, N. (2019). Princípios de planejamentos para uma sequência didática sobre aquecimento global contextualizada por HFC e CTSA. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp 1-7). Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Consultado em: <https://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0695-1.pdf>
- Silva, F. A. R., Santos, F. C., & Kato, D. S. (2016). Abordagem CTSA no Ensino de Ciências: análises dos últimos anos dos Encontros de Ensino de Ciências e Biologia no Brasil. *Revista SBEnBio*, 9, 738-750.
- Silveira, D. P., & Lorenzetti, L. (2021). Estado da arte sobre a Educação Ambiental Crítica no Encontro Pesquisa em Educação Ambiental. *Praxis & Saber*, 12(28), 1-15.
- Silveira, D. P., Silva, J. C. S., & Lorenzetti, L. (2021). A Educação Ambiental e o Ensino de Ciências nos anos iniciais: contribuições para a formação cidadã. *Vidya*, 41(2), 41-59.