

Análise epistemológica e pedagógica da abordagem CTS/CTSA no ensino de química em alguns periódicos

Epistemological and pedagogical analysis of the STS/STSE approach in teaching chemistry in some journals

Inês Girlene dos Santos Monteiro

Universidade Federal Rural de Pernambuco
inesmonteiro777@gmail.com

Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Universidade Federal Rural de Pernambuco
edeniamramaral@gmail.com

Resumo

Este artigo teve como objetivo investigar os caminhos epistemológicos e pedagógicos acerca da abordagem CTS/CTSA no ensino de química relacionado ao ensino médio em alguns periódicos *Qualis* A1 e A2 no período de 2010 a 2021. A pesquisa foi desenvolvida através da abordagem qualitativa de cunho bibliográfico, tendo como aporte teórico metodológico a Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2011). A análise dos artigos que compuseram o *corpus* da pesquisa foi realizada a partir da elaboração de categorias e subcategorias *a posteriori*. Ressaltamos a importância de mais pesquisas sobre atividades experimentais voltadas à implementação da abordagem CTS/CTSA no ensino de química, além de um maior delineamento dos aspectos epistemológicos apontados nesta pesquisa. Sobre os aspectos pedagógicos, pôde-se perceber uma maior aproximação com a pedagogia freireana.

Palavras chave: ensino de química, abordagem CTS/CTSA, BNCC

Abstract

This article aimed to investigate the epistemological and pedagogical paths regarding the STS/STSE approach in chemistry teaching related to high school in some *Qualis* A1 and A2 journals from 2010 to 2021. The research was developed through a qualitative approach of a bibliographical nature, having Bardin's (2011) Content Analysis (CA) as a methodological theoretical contribution. The analysis of the articles that made up the corpus of the research was carried out from the elaboration of categories and subcategories *a posteriori*. We emphasize the importance of further research on experimental activities aimed at implementing the STS/STSE approach in chemistry teaching, in addition to a greater delineation of the epistemological aspects pointed out in this research. Regarding the pedagogical aspects, it was possible to notice a closer relationship with Freire's pedagogy.

Key words: chemistry teaching, STS/STSE approach, BNCC.

Introdução

Percebe-se que ainda é comum encontrar nas escolas um ensino de Química pautado na memorização de regras e fórmulas que, muitas vezes, não se torna significativo para os educandos, sob o aspecto do ensino e aprendizagem por não buscar estabelecer quaisquer ligações com o seu cotidiano. Isso porque a Química é uma disciplina caracterizada por apresentar conteúdos demasiadamente abstratos, o que faz com que a compreensão dos conhecimentos por partes dos educandos seja de difícil associação com o cotidiano. Por exemplo, imaginar a dissolução de uma substância ou a teoria cinética das colisões como ações comuns ao dia a dia deles pode ser algo difícil. Assim, faz-se necessário a utilização de metodologias de ensino diferenciadas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), normativa que norteia a criação de novos currículos e estabelece os conhecimentos a serem considerados, as competências e as habilidades a serem desenvolvidas pelos educandos durante a educação básica, busca quebrar a linearidade de um ensino conteudista, favorecendo a reflexão e posterior implementação de práticas metodológicas que possibilitem o desenvolvimento destas habilidades no processo de ensino e aprendizagem, tais como avaliar os riscos e os benefícios quanto ao uso do conhecimento científico e tecnológico no contexto social, econômico, político e ambiental (BRASIL, 2017).

A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino aponta para “uma educação científica orientada para a cidadania promovendo a responsabilidade social na tomada de decisões coletivas relacionadas com a Ciência e a Tecnologia, quer se trate de aspectos positivos, quer se trate de aspectos negativos” (FERNANDES, PIRES, DELGADO-IGLESIAS, 2018, p. 875).

Desde o início da inserção do enfoque CTS no ensino brasileiro na década de 1990, diferentes caminhos epistemológicos e pedagógicos foram se desenvolvendo para promover a implementação dessa abordagem em sala de aula (BAZZO, 1998; AULER; BAZZO, 2001; AULER, 2002; SANTOS; MORTIMER, 2001; 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2015). Além da incorporação da letra A à tríade CTS, CTSA, na busca de sensibilizar tanto a população quanto as autoridades mundiais com relação às recorrentes degradações ambientais (SOLBES; VILCHES, 2004; RICARDO, 2007; VASCONCELLOS; SANTOS, 2008; LOPES; CARVALHO, 2009; MARCONDES et al., 2009; NUNES; DANTAS, 2009; SILVA, 2009; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2010).

Diante do exposto, nos deparamos com o seguinte problema de pesquisa: Quais os caminhos epistemológicos e pedagógicos a abordagem CTS/CTSA vem se desenvolvendo na sua implementação no ensino de química nas escolas?

Na tentativa de responder a essa questão, o presente artigo tece como objetivo investigar os caminhos epistemológicos e pedagógicos acerca da abordagem CTS/CTSA no ensino de química relacionado ao ensino médio em alguns periódicos Qualis A1 e A2. Para isso, buscou-se (i) realizar o levantamento bibliográfico em periódicos Qualis A1 e A2 de trabalhos relacionados ao ensino de química no ensino médio com abordagem CTS/CTA, (ii) identificar os artigos a serem analisados a partir de critérios de inclusão e exclusão e (iii) analisar as tendências epistemológicas e pedagógicas acerca da abordagem CTS/CTSA nos artigos que

constitui o corpus desta pesquisa.

Para a realização da análise, optou-se pela Análise de Conteúdo como aporte teórico metodológico nesta pesquisa.

Ressalta-se que esta pesquisa é um recorte de um capítulo que comporá o trabalho da tese.

Alguns apontamentos acerca do ensino de Química

A Química, por ser uma ciência experimental, é uma área que desperta muita curiosidade quando se trata do seu aspecto lúdico. Por outro lado, sua natureza empírica, do ponto de vista educacional, leva os educandos a terem dificuldades no que diz respeito a aprendizagem de seus conteúdos, fazendo com que a Química passe a ser encarada como um componente curricular de difícil compreensão. Isso porque o seu foco de estudo está nas dimensões macro e micro, o que muitas vezes fica estagnada no campo da abstração, deixando “a aprendizagem mecânica e pouco significativa” (SILVA et al., 2019) para os educandos.

A aprendizagem dos conceitos químicos em si mesmos está pautada na fragmentação do conhecimento, impossibilitando o educando de desenvolver habilidades necessárias para a sociedade contemporânea atual, tais como tomar decisões, fazer uso do conhecimento científico para propor possíveis soluções para resolver problemas, resolver conflitos, propor ideias inovadoras considerando o contexto socioambiental, político e econômico. Apenas a memorização de conceitos, fórmulas e nome dos elementos químicos – metodologia de ensino comumente utilizada nas salas de aula – não contribuirá para uma aprendizagem capaz de possibilitar ao educando a reflexão e aplicação de tais conceitos em situações reais do cotidiano, conforme afirmam Delizoicov, Angotti e Pernambuco

[...] regrinhas e receituários; classificações taxonômicas; valorização excessiva pela repetição sistemática de definições, [...] tabelas e gráficos desarticulados ou pouco contextualizados relativamente aos fenômenos contemplados, [...]. Enfim, atividades de ensino que só reforçam o distanciamento do uso dos modelos e teorias para a compreensão dos fenômenos humanos, [...] um trabalho didático- pedagógico que favorece a indesejável ciência morta (DELIZOICOV; ANGOTTI ; PERNAMBUCO, 2011, p. 32-33).

Diante disso, entende-se que é necessário que o ensino de Química seja significativo para o educando, passando a considerar no processo de ensino-aprendizagem os seus conhecimentos prévios. Isso auxiliará na construção do conhecimento científico capaz de fazer com que os educandos possam se posicionar de forma consciente frente as questões científicas e tecnológicas presentes na sociedade. Para isso, o professor precisa usar estratégias metodológicas diversificadas que possam promover um ensino de Química que supere a abstração, a dicotomia entre aulas teóricas e experimentais e a aprendizagem superficial dos conceitos científicos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), aprovada em 6 e abril de 2017, é regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996) e orientada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN). No que se refere ao contexto geral da Educação Básica, a BNCC apresenta em sua redação as Competências Gerais que precisam ser desenvolvidas durante o processo de ensino e aprendizagem. Dentre elas pode- se apontar,

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. [...] 5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. [...] 7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (BRASIL, 2017).

Levando em consideração tais competências, compreende-se que o ensino de Química precisa ser pensado e direcionado ao uso de estratégias metodológicas diversificadas, que visem superar o ensino tradicional e passem a oportunizar aos educandos a expressão de seus conhecimentos prévios, utilização do conhecimento científico no processo de investigação que busque por resoluções de situações-problema propostas pelo professor, vivenciando todas as etapas, além de uma formação crítica e reflexiva acerca do contexto no qual está inserido e o desenvolvimento de uma consciência socioambiental responsável enquanto cidadão.

Mas, para que seja proporcionado aos educandos essa formação, o professor da educação básica precisa conhecer abordagens de ensino que deem conta das competências a serem desenvolvidas. Uma das abordagens de ensino que podem ser incorporadas ao ensino de Química é a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), que pode contemplar grandes possibilidades nesse sentido.

Abordagem CTS/CTSA e o Ensino e Química

A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) passou a ser inserido no ensino de Ciências em 1970 como proposta de renovação curricular (AIKENHEAD, 2009). O surgimento da abordagem CTS ocorreu a partir de reivindicações e reflexões sobre o pensamento linear progressista e positivista que apontava para ideia de “quanto mais ciência, mais a tecnologia estará a serviço da humanidade” (BAZZO, 1998).

Duas grandes obras que contribuíram para fomentar as discussões acerca das dimensões ciência-tecnologia-sociedade foram publicadas em 1962. A primeira delas foi A estrutura das revoluções científicas, de Thomas Kuhn, relacionada à crítica sobre a neutralidade da ciência, e a segunda A primavera silenciosa, de Rachel Carson, abordando os riscos associados ao uso do inseticida diclorodifeniltricloroetano - DDT para a vida humana a longo prazo (MONTEIRO, 2018).

No Brasil, o surgimento da abordagem CTS, no âmbito educacional, aconteceu em meados de 1990 com o objetivo de construir uma formação crítica aos cidadãos a partir de discussões que apontavam para as implicações da Ciência e da Tecnologia na sociedade a partir de estudos publicados por Bazzo (1998), Auler e Bazzo (2001), Auler (2002), Santos e Mortimer (2001; 2002) e Santos e Schnetzler (2015).

Strieder (2012) aponta em seu trabalho três direções de estudos acerca dos aspectos CTS que

podem ser nos campos da investigação, de políticas públicas e da educação. O direcionamento para educação a luz desse movimento está pautado no empenho pela busca de um ensino de Ciências que contemple a criticidade e a contextualização, possibilitando maior participação da sociedade de forma consciente em questões relacionadas ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Outros autores enfatizam de forma explícita as questões ambientais para promover a sensibilização tanto da população quanto das autoridades mundiais em relação às recorrentes degradações ambientais, acrescentando a letra A à tríade CTS (SOLBES e VILCHES, 2004; RICARDO, 2007; VASCONCELLOS e SANTOS, 2008; LOPES e CARVALHO, 2009; MARCONDES et al., 2009; NUNES e DANTAS, 2009; SILVA, 2009; VILCHES e GIL-PÉREZ, 2010). Dessa forma, além da nomenclatura já conhecida, que é o CTS, encontra-se na literatura também a vertente Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

No eixo das Ciências Naturais e suas Tecnologias – presente na BNCC – para o Ensino Médio apresenta a seguinte redação:

a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (BRASIL, 2018, p. 549).

Apesar da abordagem CTS/CTSA está sendo discutida há aproximadamente 30 anos no Brasil, só a partir da promulgação da BNCC, em 2017, os aspectos ligados a um ensino pautado nas dimensões ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, passaram a constar de forma explícita em documento normativo tomado como referência nacional para formulação de currículos da Educação Básica. Adicionalmente a isso, a abordagem CTSA poderá contribuir de maneira ímpar, contemplando a proposta da BNCC, uma vez que

um dos principais objetivos da utilização da abordagem CTS no âmbito educacional é possibilitar o desenvolvimento de uma reflexão crítica os estudantes no que diz respeito aos impactos sociais e ambientais produzidos decorrentes das novas tecnologias, podendo assim contribuir para a formação de uma concepção mais realista da natureza social e política da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea (SILVA, 2013, p. 24).

Com relação à contextualização mencionada na BNCC, “para promover a formação de cidadãos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade, deve-se romper a ideia da contextualização ingênua do conhecimento científico, passando a visar a transformação da realidade social” (VACIOTO, LIMA, MARCONDES, 2019, p. 515).

Adicionalmente, Akahoshi (2012), estabelece definições acerca dos possíveis tipos de concepções sobre a contextualização baseando-se no modelo metodológico CTS proposto por Alkenhead (1994). A partir desse modelo é possível compreender de forma mais clara como os professores de Química podem inserir a abordagem CTSA no ensino de Química de acordo com as orientações apontadas pela BNCC.

Diante disso, ressalta-se que o professor, enquanto formador e mediador do conhecimento, tem como papel fundamental direcionar o ensino de Química para a abordagem CTSA. Entretanto, para que isso seja efetivado, o mesmo precisará ter conhecimento e compreensão

sobre as características e particularidades das dimensões ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e as suas interações de forma não superficial, além da contextualização adequada para esse ensino.

Encaminhamentos metodológicos

Este artigo apresenta uma abordagem qualitativa de cunho bibliográfico (GIL, 2008), tendo como aporte teórico metodológico a Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2011). Os periódicos de *Qualis* A1 e A2 escolhidos para a realização do levantamento bibliográfico foram (a) *Ciência & Educação*, (b) *Enseñanza de las Ciencias*, (c) *Investigações no Ensino das Ciências* e nos (d) *e-proceedings* da ESERA, considerando o período entre 2010 e 2021.1. Para a escolha, considerou-se revistas que estavam relacionadas a pesquisas no ensino de ciências e que possuem representatividade em níveis nacional e internacional, constituindo o principal meio de divulgação de discussão das pesquisas sobre a área de educação em ciências, além do escopo.

A busca nos periódicos escolhidos foi realizada a partir da construção de diferentes *strings*, considerando várias combinações que favoreceram o levantamento dos artigos, conforme o quadro 1.

Quadro 1: Strings utilizada para a busca dos artigos

(CTSA) AND (Química) AND (Experimentos); science-technology-society; CTS and Química; (prática experimental OR atividade experimental OR experimentos OR practical work OR practical activities OR knowledge) AND (CTS OR CTSA OR ciência-tecnologia-sociedade OR STS OR STSE OR science-technology-society) AND (ensino de química OR química OR chemistry education); CTS OR CTSA OR STS OR ciência-tecnologia-sociedade; CTS AND química; (prática experimental OR atividade experimental OR experimentos OR practical work OR practical activities OR knowledge) AND (CTS OR CTSA OR ciência-tecnologia-sociedade OR STS OR STSE OR science-technology-society) AND (ensino de química OR química OR chemistry education); CTS y química.

Fonte: Própria autora (2022)

Ressalta-se que foram considerados todos os artigos encontrados entre 2010 e 2021.1, independentemente, dessas palavras presentes nas combinações aparecessem nos títulos, palavras-chaves e resumos, totalizando 65 trabalhos.

Após o levantamento bibliográfico, foi realizada a constituição do *corpus* da pesquisa, considerando os critérios de inclusão e exclusão, como pode ser observado no quadro 2.

Quadro 2: critérios de inclusão e exclusão

Inclusão	Exclusão
<ul style="list-style-type: none"> - Artigos avaliados por pares. - Artigos que apresentam estudos empíricos relatando procedimentos rigorosos. - Trabalhos relacionados ao ensino de química no ensino médio que apresentem a abordagem CTS/CTSA. 	<ul style="list-style-type: none"> - Artigos duplicados - Artigos que estejam em outros periódicos que não sejam A1 e A2 - Artigos que não sejam avaliados por pares - Artigos que não estejam relacionados com o ensino de química no ensino médio - Artigos que não apresentam a abordagem CTS/CTSA

Fonte: Própria autora (2022)

Foram encontrados 65 artigos no total que, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, resultou em 6 artigos que foram lidos na íntegra (Quadro 3)

Quadro 3: Artigos que constituíram o corpus da pesquisa.

Nº	Autores	Título	Ano	Revista
1	FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R.	Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química	2011	Ciência & Educação
2	BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M. A.	Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS	2015	Investigações no Ensino das Ciências
3	ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E.	Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares.	2016	Ciência & Educação
4	PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E.	Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio	2018	Enseñanza de las Ciencias
5	GABRIEL SARAIVA GOMES, G. S.; MARCELO GIORDAN, M.	The controversial aspect of the socioscientific issue as a discursive construction of the teacher	2019	ESERA
6	MORETTI, A. A. S.; ROCHA, Z. F. D. C.	Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente	2021	Enseñanza de las Ciencias

Fonte: Própria autora (2022).

As leituras dos artigos que compuseram o corpus da pesquisa foram norteadas a partir das perguntas presentes no quadro 4, as quais orientaram a elaboração das categorias para a análise dos dados de acordo com AC de Bardin (2011).

Quadro 4: Perguntas norteadoras para as leituras dos artigos.

1. Quais aspectos do CTS/CTSA e que conceitos estão sendo abordados nos artigos?
2. Como estão sendo fundamentadas essas pesquisas? Quais autores estão sendo utilizado?
3. Quais estratégias de ensino estão sendo utilizadas para trabalhar a abordagem CTS/CTSA?

Fonte: Própria autora (2022).

A AC de Bardin (2011) apresenta um conjunto de técnicas sistemáticas que objetivam a descrição do conteúdo da mensagem, possibilitando a inferência dos conhecimentos que constituem essa mensagem. Essa análise consiste basicamente em três etapas: (i) pré-análise: etapa destinada à leitura flutuante que consiste no contato inicial ao material que compõe o corpus da pesquisa, respeitando as regras da exaustividade, representatividade, homogeneidade, pertinência e exclusividade. Esta etapa foi realizada durante as leituras dos artigos. (ii) exploração do material: nesse momento ocorreu a codificação dos dados, em que o corpus foi sistematizado. Esse processo foi realizado a partir das perguntas norteadoras presentes no quadro z, que culminou na elaboração das categorias a posteriori. (iii) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação: nessa etapa ocorreu a organização dos conteúdos que foram identificados durante as etapas anteriores. As categorias e subcategorias elaboradas podem ser observadas no quadro 5.

Quadro 5: Categorias e subcategorias elaboradas a partir das leituras dos artigos.

Categoria/código	Descrição	Subcategorias
Aspectos Epistemológicos (aE)	Direcionamentos da abordagem CTS/CTSA	Questões Sóciocientíficas (QSC) Questões socioambientais (QSA) Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) Histórico-cultural (HC)
Aspectos Pedagógicos (aP)	Estratégias pedagógicas utilizadas pelo professor	Experimentação Investigativa (EI) Aulas temáticas (AT) Saber popular (SP)

Fonte: Própria autora (2022).

Nesse sentido, o processo de codificação seguiu a seguinte ordem: categoria, subcategoria e o número do artigo.

Resultados e Discussão

Para melhor compreensão da discussão dos resultados, a codificação dos trabalhos foi realizada por categoria conforme o quadro 6.

Quadro 6: Codificação dos trabalhos.

Aspectos Epistemológicos	Aspectos Pedagógicos
aEQSA-1	aPAT-1
aEQSA-2	aPAT-2
aEACT-3	aPAT-3
aEQSC-4	aPEI-4
aEQSC-5	aPAT-5
aEHC-6	aPAT-6

Fonte: Própria autora (2022).

Aspectos epistemológicos

Com relação aos aspectos epistemológicos, os trabalhos 1 e 2 relacionam-se ao enfoque CTS/CTSA com discussões sobre questões socioambientais (QSA) para o ensino de química, além de conceitos de ciência e tecnologias, levantando questionamentos sobre as implicações sociais proveniente do desenvolvimento científico. De acordo com Vilches, Gil-Pérez e Praia (2011), as QSA é uma das preocupações da abordagem CTSA, uma vez que buscam a sensibilização dos estudantes a respeito da responsabilidade sociopolítico ambiental enquanto cidadão. Nesse sentido, os autores apoiam-se nos trabalhos de Martins (2003), Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) para enfatizar a importância de vincular o conhecimento científico e tecnológico com contextos sociais para promover uma reflexão crítica sobre situações reais e existenciais na vida do estudante.

Considerando a alfabetização científica e tecnológica (ACT) como um dos aspectos epistemológicos da abordagem CTS/CTSA, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), afirmam que a ACT busca a formação científica como possibilidade de os estudantes exercerem a cidadania na participação de discussões e tomadas de decisões em questões científicas e tecnológicas existentes na sociedade. Nessa perspectiva, o trabalho 3 fundamenta-se na ACT segundo Chassot (2006), que considera a indissociabilidade entre o conhecimento científico do cotidiano para desmistificar conceitos químicos a partir de saberes populares na construção do conhecimento científico.

Os trabalhos 4 e 5 apresentam as questões sociocientíficas (QSC) como aspecto epistemológico da abordagem CTS/CTSA. As QSC são caracterizadas a partir de temas de natureza controversa relacionadas a temas sociais e conhecimento científico, enfatizando aspectos políticos, tecnológicos, morais, éticos e ainda a natureza da ciência (PÉREZ; CARVALHO, 2012). O artigo 4 relaciona às QSC com investigação científica para a superação do ensino de ciências fragmentado e uma deformação da visão de ciência e tecnologia (AULER; DELIZOICOV, 2006; CHASSOT, 2006; SANTOS; SCHNETZLER, 2015). Já o artigo 5 apresenta em sua fundamentação algo mais definido, mencionando a presença de temas controversos, uma característica das QSC.

Apesar dos artigos apresentarem QSA, ACT e QSC como aspectos epistemológicos aparentemente distintos, não foi possível perceber com clareza tais definições nos textos por convergirem em muitos pontos tais como, a formação do pensamento crítico e reflexivo do estudante a partir dos conhecimentos científicos, tecnológicos e impactos sociais. Nesse sentido, os autores Pedretti e Nazir (2011) sugerem uma classificação das propostas de ensino CTS/CTSA em suas diferentes variações, considerando os recursos didáticos a serem utilizados e as finalidades de ensino.

Ainda em relação aos aspectos epistemológicos, o artigo 6 apresenta uma convergência entre a teoria sociointeracionista (VYGOTSKY, 2007), considerando o homem como sujeito inserido no contexto histórico-cultural e a abordagem CTSA discutida por Aikenhead (2009), em que defende o ensino CTSA partindo do universo da sociedade. Nesse sentido, há a possibilidade de abordar as questões CTS/CTSA, contemplando o desenvolvimento científico e tecnológico à luz do contexto histórico-cultural.

Aspectos pedagógicos

Em relação aos aspectos pedagógicos, a maioria dos trabalhos (5) analisados utilizam aulas temáticas como estratégia na implementação da abordagem CTS/CTSA no ensino de conceitos químicos a partir de sequências didáticas. O artigo 1 apresenta a análise da prática de professores de química a partir da “problemática do descarte de pilhas” como tema para explorar os conceitos de eletroquímica, considerando as consequências ambientais desse descarte e a contaminação com metais pesados presentes nas pilhas.

O artigo 2 abordou a temática “Agrotóxico”, considerando a economia agrícola do município, articulando os conhecimentos químicos de soluções, diluição, concentração e pH de soluções para a promoção de uma educação crítica e reflexiva frente ao uso de agrotóxico e alternativas de cultivo mais sustentáveis. O artigo 3, a partir de um levantamento de saberes populares sobre o conhecimento químico, abordou a temática “cebola é utilizada em machucados para não arruinar ferimentos” para a promoção da alfabetização científica dos estudantes.

O trabalho 5 desenvolveu uma sequência didática a partir da temática “Você sabe o que há na água do riacho Pirajussara?”, levantando discussões sobre as origens e possíveis soluções para a poluição da água do riacho, abordando conceitos de pH e substâncias inorgânicas como ácidos e bases. Já o artigo 6 abordou a aula temática intitulada “Qual a química que você respira?”, trabalhando as substâncias presentes no ar atmosférico, discutindo aspectos da poluição e suas consequências.

Esses trabalhos apresentam uma proposta pedagógica problematizadora, partindo de problemas reais. Percebe-se que há uma aproximação com a pedagogia freireana pelas temáticas abordadas estarem associadas ao contexto da vida dos estudantes. Segundo Freire (2014), a formação do caráter crítico e reflexivo está numa educação problematizadora, a

partir de temas geradores que estabelecem relações entre os estudantes e o mundo em que estão inseridos.

Diferentemente dos demais trabalhos, o artigo 4 apresentou como estratégia pedagógica a experimentação investigativa apoiada pelos estudos de Gondim e Mól (2006) e Suart e Marcondes (2009), tendo o roteiro construído pelos estudantes a partir de questões levantadas por eles (PRSYBYCIEM, 2015), tendo como pergunta norteadora “O que você entende por chuva ácida?”. Ou seja, não há roteiro pronto para a atividade experimental. De acordo com Suart (2008), a experimentação investigativa possibilita o desenvolvimento crítico dos estudantes, além de oportunizá-los a conhecer e vivenciar o trabalho científico.

Conclusão

Nos trabalhos analisados, em relação aos caminhos epistemológicos da abordagem CTS/CTSA não apresentam uma definição clara sobre as questões sociocientíficas (QSC), questões socioambientais (QSA) e alfabetização científica e tecnológica (ACT), possivelmente por apresentarem características e objetivos muito semelhantes.

Em relação aos caminhos pedagógicos apresentados nos trabalhos analisados, a maioria se aproxima com a metodologia freireana, pelo processo de ensino partir de uma temática problematizadora, próximo da vivência dos estudantes para uma educação crítica e reflexiva. Apenas um trabalho aborda a prática experimental como estratégia pedagógica para o ensino de química com o foco na abordagem CTS/CTSA. Nesse sentido, ressalta-se a importância de mais pesquisas na área da implementação de atividades experimentais voltadas à implementação da abordagem CTS/CTSA no ensino de química, além de um maior delineamento dos aspectos epistemológicos apontados nesta pesquisa.

Referências

AIKENHEAD, G. **What is STS Science Teaching? Theory into Practice.**, 31 ed, p. 27-35, 2009.

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

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

AULER, D., DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 5(2), 337-355, 2006. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FERNANDES, Isabel Marília Borges; PIRES, Delmina Maria ; DELGADO-IGLESIAS, Jaime. Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 4 pp. 875-890, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320180040005>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 50. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2014.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. Experimentos investigativos em laboratório de Química Fundamental, p. 1-10, 2006. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p720.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2021.

LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. Energia e desenvolvimento humano: uma abordagem sociocientífica no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.

MARCONDES, M. E. R. et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MONTEIRO, I. G. S. **CTSA E ENSINO DE QUÍMICA: (re) construindo práticas metodológicas para a Formação Inicial e Continuada do Professor**. (Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. Atitudes e crenças dos graduandos em química sobre as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.

OLIVERIA, R. S. **Um estudo à luz do enfoque CTSA nos currículos das Licenciaturas em Química das Instituições públicas de ensino superior do estado do Paraná**. 241f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação Educação para a Ciência e Matemática. Universidade Estadual de Maringá – UEM – PR, 2020.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, V. 95, n. 4, p. 601-626, 2011. Disponível em: 10.1002 / set.20435. Acesso em: 20 jul. 2021.

PÉREZ, L.F.M. & CARVALHO, W.L.P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v.38, n.3, p.727-741, 2012.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 13, n. 2, p. 141 - 156, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/t9dsTwTyrzbz5qC3y5gCVGb/abstract/?lang=pt>. Acesso em 20 jan. 2020.

PRSYBYCIEM, M. M. **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas de ácidos e óxidos na temática ambiental**. (Dissertação Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidade para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, Campinas, SP, v. 1. Número especial, 2007,

SANTOS, W. L. P., E SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2015.

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

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SILVA et al. O perfil e a motivação dos discentes da Escola Estadual Antônio José de Lima, da modalidade de educação de jovens e adultos, no município de Juscimeira-MT. In: VOIGT, C. L. (Org). **Ensino de Química**, Ponta Grossa – PR: Atena Editora, 2019.

SILVA, L. C. M. A. **Radioatividade como tema em uma perspectiva CiênciaTecnologia-Sociedade com foco em História e Filosofia da Ciência**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SOLBES, J.; VILCHES, A. Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. **Enseñanza de las Ciencias**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 337-348, 2004.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de Química em atividades experimentais investigativa**. (Dissertação Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A argumentação em uma atividade experimental investigativa no ensino médio de Química. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais do VII Enpec**, Florianópolis, Brasil, 2009.

VASCONCELLOS, E. S.; SANTOS, W. L. P. Educação ambiental por meio de tema CTSA: relato e análise de experiência em sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Ed. da UFPR, 2008

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. Educación para un nuevo orden socio-ambiental: Reflexiones acerca del futuro del Seminario Ibero-americano CTS. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 2., 2010, Brasília,DF. **Anais...** Brasília, DF: [s.n.], 2010.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. P. dos S.; AULER, D. (Orgs). **CTS e Educação científica, desafio, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília (UdB), 2011.

VYGOTSKY. L.S. **A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2007.