

Abordagem CTSA na Química do Ensino Médio: Breve Revisão na Literatura Nacional

Eduardo da Silva Firmino^a; Caroline de Goes Sampaio^a; Antonia Clarycy Barros Nojosa^a; Gabriela Clemente Brito Saldanha^a; Marcelo Henrique Freitas Saraiva Guerra^a; Ana Karine Portela Vasconcelos^a; Maria Cleide da Silva Barroso^a

^a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM), Fortaleza, CE, Brasil.

Recebido para publicação em 27 ago. 2018. Aceito, após revisão, em 5 out. 2018.

Editor designado: Renato P. dos Santos.

RESUMO

Hoje vivemos em uma sociedade cada vez mais desenvolvida científica e tecnologicamente, que promoveu transformações no meio social, político e econômico. Esse desenvolvimento trouxe consigo a ilusão de que todos os problemas sociais e culturais seriam resolvidos, criando uma imagem tradicionalista dessa ciência, em que seu desenvolvimento estaria livre dos interesses particulares. Para que a comunidade possa entender as relações da ciência com o coletivo é preciso que haja debates acerca do assunto. Pensando nisso, foi criado o movimento chamado de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que representa um grupo de estudo crítico acerca da visão de natureza tradicionalista e essencialista da ciência e tecnologia. Os estudos em CTSA buscam compreender suas dimensões sociais e até mesmo suas consequências. Com isso, este estudo tem como objetivo principal analisar por meio de uma revisão na literatura brasileira os artigos que trabalhem a abordagem CTSA no ensino de Química no contexto da sala de aula do Ensino Médio, com o intuito de formar cidadãos críticos acerca dos mais diversos assuntos dessa ciência. Esta pesquisa tem caráter qualitativo, pois permite ao pesquisador uma melhor aproximação e compreensão dos fatos estudados. Os artigos foram pesquisados em periódicos nacionais que permitem o acesso integral gratuito e com classificação Qualis A1, A2 e B1 de acordo com o sistema Qualis-Periódico da CAPES. Ao todo foram encontrados 24 periódicos, mas somente em 8 foram achados artigos com a temática em estudo, sendo encontrados 14 no total. Os trabalhos selecionados abordam as temáticas de Ácidos e Bases (1), Físico-Química (1), Química Ambiental (3), Química Orgânica (8) e Radioatividade (1), em que o ensino foi pensado nos preceitos do CTSA para promover uma maior contextualização e a formação do cidadão crítico. Todos os idealizadores das pesquisas buscaram, através do CTSA, tornar as aulas mais atrativas e dinâmicas, centrando a construção do conhecimento no aluno através da estimulação da pesquisa.

Palavras-chaves: Abordagem CTSA. Ensino de Química. Periódicos Nacionais. Estudo Bibliográfico.

Autor correspondente: Caroline de Goes Sampaio. E-mail: carol-quimica@hotmail.com

Approach STSE in High School Chemistry: Brief Review in National Literature

ABSTRACT

Today we live in an increasingly scientific and technologically developed society that has promoted transformations in the social, political and economic environment. This development brought with it the illusion that all social and cultural problems would be solved, creating a traditional image of this science, in which its development would be free of particular interests. In order for the community to be able to understand the relations between science and the collective, it is necessary to have debates about the subject, and thinking about it, the movement called Science, Technology, Society and Environment (STSE) was created, representing a critical study group about the traditionalist and essentialist view of science and technology. The STSE studies seek to understand their social dimensions and even their consequences. Thus, this study has as main objective to review the Brazilian literature in search of articles that work the STSE approach in the teaching of Chemistry in the context of the high school classroom, with the intention of training citizens critical about the most diverse subjects of this. This research has a qualitative character, as it allows the researcher a better approximation and understanding of the facts studied. The articles were searched in national journals that allow free access and with qualis A1, A2 and B1 qualis according to the CAPES Qualis-Periodical system. In all, 24 journals were found, but only 8 articles were found with the theme under study, being found 14 in total. The selected papers cover the topics of Acids and Bases (1), Physical-Chemistry (1), Environmental Chemistry (3), Organic Chemistry (8) and Radioactivity (1), in which teaching was conceived in the STSE precepts to promote greater contextualization and the formation of the critical citizen. All the creators of the researches sought through the STSE to make the classes more attractive and dynamic, centering the construction of the knowledge in the student through the stimulation of the research.

Keywords: Approach STSE. Teaching Chemistry. National Periodicals. Bibliographical Study.

INTRODUÇÃO

Hoje vivemos em mundo cada vez mais desenvolvido tecnológico e cientificamente, no qual houve mudanças nas formas de se locomover, de estudar, de se comunicar, etc., em que tais transformações influenciaram, inclusive, no desenvolvimento social, político e econômico (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2009). Essa imersão da sociedade em um mundo altamente tecnológico e científico trouxe consigo a falsa ideia de que todos os problemas sociais e culturais seriam resolvidos com o acesso a essas ferramentas. Como destacam Santos e Mortimer (2002, p.111), “As sociedades modernas passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade”.

Existe uma imagem tradicional da ciência e da tecnologia na qual a concepção da relação entre tecnologia, ciência e sociedade se dá pelo aspecto essencialista e apoteótico onde Palacios et al. (2001, p.120) resumem em uma simples equação que eles mesmos denominam de *modelo lineal de desarrollo* (modelo linear de desenvolvimento): + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social. Ainda segundo os autores, esta concepção estar muito presente no mundo acadêmico.

A sociedade toma conhecimento desse desenvolvimento tecnológico e científico através dos meios de comunicação. Mas apesar das diversas notícias sobre os riscos da

instalação de usinas nucleares para a produção de energia elétrica, das incertezas acerca do uso de alimentos transgênicos, dos desastres causados pelas indústrias petrolíferas, da reciclagem do lixo que ainda é mínima em diversos locais, as pessoas ainda não tomam consciência dos problemas que tais assuntos podem gerar a curto e longo prazo (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2009). Os referidos autores ainda dão destaque para o não conhecimento que a população tem sobre os interesses das grandes corporações em lucrar, disfarçados de desenvolvimento tecnológico e melhorias para o povo.

Palacios et al. (2001, p.120, tradução nossa) destacam em seus estudos um breve resumo dos mitos do chamado sistema Investigação e Desenvolvimento, ou sistema I+D, sendo

- Mito do benefício infinito: mais ciência e mais tecnologia levarão inexoravelmente a mais benefícios sociais.
- Mito da pesquisa desimpedida: qualquer linha razoável de pesquisa sobre processos naturais fundamentais tem a mesma probabilidade de produzir um benefício social.
- Mito de responsabilidade: arbitragem entre pares, reprodutibilidade de resultados e outros controles de qualidade da pesquisa científica dando conta suficientemente das responsabilidades morais e intelectuais no sistema de I+D.
- Mito de autoridade: a pesquisa científica fornece uma base objetiva para a resolução de disputas políticas.
- Mito da fronteira sem fim: o novo conhecimento científico gerado na fronteira da ciência é autônomo em relação às suas consequências práticas na natureza e na sociedade.

Logo, a ciência na visão clássica só poderia se desenvolver de forma independente prosseguindo apenas seus objetivos, que seria descobrir verdades sobre a natureza, permanecendo, assim, livre das influências causadas pelo social. Da mesma forma, a tecnologia também precisa da independência das interferências sociais, para poder desenvolver de forma autônoma. Com isso, ciência e tecnologia são apresentadas como uma forma de cultura e atividades de valores neutras.

Estudos feitos em sociologia e filosofia da ciência têm mostrado que é errôneo pensar na ciência como superior a outras formas de conhecimento, além do mais que a ideia de uma “ciência pela ciência” vem sendo posta à prova ser inconcebível pelos diversos debates gerados pelas consequências que a ciência e tecnologia têm gerado ao ambiente (Santos & Mortimer, 2002, p.111).

As propostas vindas do contexto científico-tecnológico deverão ter um caráter efetivo e ativo, podendo influenciar realmente no assunto em debate, permitindo ao

público envolver-se nos problemas e não unicamente na decisão final, que poderia já estar planejada. (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2009, p.2)

Mas, para que isso ocorra, é preciso que a sociedade se envolva nos debates acerca dos assuntos que envolvem o bem comum, e descubra que através de discussões embasadas é possível resolver os conflitos. Não podemos deixar de destacar que, para que isso possa ocorrer, é necessário que haja uma formação tecnológico-científica, logo, com esse pressuposto, tem se desenvolvido um movimento em diversos setores da sociedade chamado de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, mais conhecido pela sigla CTSA (Pinheiro, 2005).

O movimento CTSA representa um grupo de estudo crítico acerca da visão de natureza tradicionalista, em que a ciência é vista de forma isolada sem levar em conta as implicações para a sociedade, e essencialista, em que se acredita que mais desenvolvimento científico e tecnológico significam obrigatoriamente mais bem-estar social. Os estudos em CTSA buscam compreender suas dimensões sociais e até mesmo suas consequências sociais e ambientais, no que diz respeito “tanto no que se refere aos fatores de ordem social e política que modulam a mudança científico-tecnológica, no que se refere às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança” (Palacios et al., 2001, p.125, tradução nossa).

Com isso, este artigo tem como objetivo principal analisar por meio de uma revisão na literatura brasileira os artigos que trabalhem a abordagem CTSA no ensino de Química no contexto da sala de aula do Ensino Médio, com o intuito de formar cidadãos críticos acerca dos mais diversos assuntos dessa ciência.

ORIGENS DO MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA)

Para abertura dessa discussão iremos esclarecer acerca da utilização da sigla CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Alguns autores começaram a acrescentar o “A” de “Ambiente” à sigla, não por achar que essa temática não estaria abordada na discussão do movimento, mas por acreditarem que com o acréscimo da letra, se daria uma atenção maior (Santos & Auler, 2001, p.179-180, apud Vacheski, 2016). No sentido de se adequar à “modernização” da sigla, se assim podemos dizer, resolvemos utilizar a sigla CTSA.

O movimento CTSA tomou importância a partir de meados de 1960 a início de 1970, destacando-se como um de suas temáticas “a necessidade de o cidadão conhecer seus direitos e obrigações, de pensar por si próprio e de ter uma visão crítica da sociedade onde vive, e especialmente de ter a disposição de transformar a realidade para melhor” (Pinheiro, 2005, p.2). Esse movimento surgiu como uma resposta ao sentimento crescente de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia não tinham uma relação unidimensional

com o bem-estar comum, como se fez acreditar desde o século XIX e com renovação depois da Segunda Guerra Mundial (Linsingen, 2007).

Até mesmo anteriormente ao surgimento desse movimento, já havia pessoas que discutiam sobre o papel da ciência e da tecnologia para a sociedade, no entanto, o enfoque maior era dado ao significado do que era a atividade científica em si, para que se pudesse definir o método científico e distinguir o que era e o que não era considerado ciência (Pinheiro, 2005). A autora ainda destaca que “Esse entendimento faz com que não se levem em conta as questões históricas ou as relações entre a atividade científica e os contextos sociais em que ela se desenvolve, supondo que a ciência é neutra em relação ao contexto histórico-social” (Pinheiro, 2005, p.29).

Palacios et al. (2001) destacam que

O aspecto mais inovador dessa nova abordagem é encontrado na caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança científica. Geralmente é proposto compreender a ciência-tecnologia, não como um processo autônomo ou atividade que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu ótimo funcionamento (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas como um processo ou produto inerentemente social, onde elementos não-epistêmicos ou técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas, etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e consolidação de ideias científicas e artefatos tecnológicos. (p.125-126, tradução nossa)

O movimento tem ainda, como um de seus pressupostos, destacar que a ciência e a tecnologia possuem um papel social de importância, no qual se necessita desenvolver avaliações críticas e análises de forma imparcial e reflexiva acerca do vínculo científico-tecnológico e a coletividade (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007).

Essa criticidade é necessária, pois no geral a sociedade ainda acredita que quanto maior a produção de conhecimento científico, maior será a produção tecnológica, o que, supostamente, aumentará o desenvolvimento da nação, e como consequência, o bem-estar comum. Esse tipo de pensamento que foi descrito acima é chamado por Palacios et al. (2001) de desenvolvimento linear. Essa ideia é reforçada por Bazzo (1998), p.145 apud Pinheiro (2005, p.29), afirmando que existe a “crença de que a ciência se traduz em tecnologia, a tecnologia modifica a indústria e a indústria regula o mercado para produzir o benefício social”.

Essa concepção de modelo linear de desenvolvimento ganhou força logo após a Segunda Guerra Mundial, pois após esse período houve muitos avanços tecnológicos, servindo aos interesses comuns para promover a qualidade de vida das pessoas, no qual podemos citar como exemplo: o desenvolvimento do primeiro computador, transplantes de órgãos, uso de energia nuclear para transportes, invenção da pílula anticoncepcional, dentre outros (Palacios et al., 2003).

Em seu início, como aponta Palacios et al. (2001), o movimento CTSA tem se desenvolvido em três direções principais: pesquisa, política pública e educação.

- No campo da pesquisa, os estudos CTS foram levantados como uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre ciência e tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica.
- No domínio da política pública, os estudos de CTS defenderam a regulamentação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de vários mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos decisórios em questões relativas às políticas científico-tecnológicas.
- No campo da educação, esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem cristalizado o surgimento de programas e assuntos de CTS na educação secundária e universitária em muitos países. (p.127, tradução nossa)

Com o exposto até aqui, com intuito de conhecer e analisar a extensão da ciência e da tecnologia dos pontos de vista social e histórico, e também para avaliar o modelo linear de desenvolvido que havia se estabelecido até então, começaram a surgir vertentes da CTSA na Europa e Estados Unidos (Pinheiro, 2005). Na origem europeia, o estudo era realizado em caráter das mudanças sociais do binômio ciência-tecnologia, enquanto a tradição de origem norte-americana estava centrada nas consequências ambientais e sociais com campo científico-tecnológico e seus problemas éticos (Palacios et al., 2003). Abaixo podemos observar na Tabela 1 o resumo comparando as duas tradições da CTSA adaptado de Palacios et al. (2003, p.128, tradução nossa).

Tabela 1
Diferença entre as tradições de CTSA europeia e americana.

Tradição europeia	Tradição norte-americana
Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens)	Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em suas origens)
Ênfase nos fatores sociais antecedentes	Ênfase nas consequências sociais
Atenção maior à ciência, e olhar secundário à tecnologia	Atenção maior à tecnologia com olhar secundário à ciência
Possui caráter teórico e reflexivo	Caráter prático e valorativo
Quadro explicativo: ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia, etc.)	Estrutura avaliativa: ética, teoria da educação, etc.

Fonte: adaptado de Palacios et al. (2003, p.128, tradução nossa).

O ENFOQUE CTSA NA EDUCAÇÃO

É dever do cidadão possuir poder de decisão e saber fazer escolhas sem depender somente de seus representantes políticos, tendo a capacidade de expressar opiniões e

possuir o poder de tomar decisões fundamentadas. Com isso, um dos objetivos do ensino pautado nos princípios do CTSA é de proporcionar uma educação voltada para formação social voltada para a ciência e tecnologia levando em consideração seu contexto social. (Palacios et al, 2003; Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2009).

Os currículos de CTSA na educação possuem um caráter relacional, em que os conhecimentos estudados são vistos de perspectivas diferentes, enfatizando as relações entre sociedade, ciência e tecnologia (Santos & Mortimer, 2002). Os referidos autores apresentam um quadro resumo com essas relações ilustradas, as quais podemos observar na Tabela 2.

Tabela 2
Relações da abordagem CTSA na educação.

Aspectos CTSA	Esclarecimentos
1. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
2. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia sobremaneira o estilo de vida desse grupo.
3. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
4. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	O desenvolvimento de teorias científicas pode influenciar a maneira como as pessoas pensam sobre si próprias e sobre problemas e soluções.
5. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões públicas e privadas podem influenciar a direção em que os problemas são resolvidos e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
6. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: McKavanagh e Maher, (1982, p.72) apud Santos e Mortimer, (2002, p.121).

Conforme apontam Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009), desde o surgimento do seguimento de estudos baseados na vertente CTSA, há cerca de 30 anos atrás, a educação com esse enfoque tem sido um dos principais campos de investigação. Os autores ressaltam que

[...] a importância de se discutir com os alunos sobre os avanços da ciência e da tecnologia, suas causas, consequências, interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento. (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2009, p.10)

Logo, podemos voltar à discussão da questão proposta atrás sobre a concepção linear de desenvolvimento. É imprescindível que os alunos entendam que a ciência não é neutra, e que muitas vezes representa o interesse de quem a financia (grandes empresas, indústrias, o governo), daí a importância de conhecer e discutir seus avanços de forma contextualizada.

ABORDAGEM CTSA NO ENSINO MÉDIO

A abordagem CTSA vem crescendo no que diz respeito a educação secundária (nível médio), visto que diversos países estão desenvolvendo programas docentes para inserção dessa temática nesse nível de ensino (Palacios et al., 2003). Os referidos autores ainda destacam que os programas de educação baseados em CTSA podem ser classificados em três grupos, no quais temos: Introdução do CTSA nos conteúdos de ciências (Enxerto de CTSA); o conteúdo de ciências visto através da abordagem CTSA; CTSA pura.

- Enxerto CTSA: nessa abordagem é feita a inserção da temática CTSA no ensino de ciências, em que tem como intuito desenvolver a formação crítica do aluno, em que ele tome consciências das implicações do desenvolvimento da ciência e tecnologia e sua relação com a sociedade.
- Conteúdo de ciências visto através da abordagem CTSA: nessa modalidade, o conteúdo do componente curricular é estruturado através dos preceitos da abordagem CTSA, a qual pode ser feita em cadeiras avulsas ou através de programas disciplinares para reestruturação do currículo.
- CTSA pura: nessa perspectiva, é ensinado puramente sobre CTSA, em que o conteúdo científico fica em segundo plano. Até pode abordar sobre conteúdos científicos diversos, mas apenas como forma de ilustrar os assuntos trabalhados em CTSA.

Com isso, o ensino pautado nos princípios do CTSA não busca somente promover uma nova organização dos currículos escolares. É importante destacar que o objetivo é promover no educando uma postura criativa e crítica dos aspectos científicos e tecnológicos da sociedade. Essa construção vai além do simples gerenciamento de informações, busca acima de tudo a articulação de conhecimento, argumentos e contra-argumentos, baseados em problemas comuns aos estudantes, relacionados a implicações dos avanços científicos e tecnológicos. (Palacios et al., 2003).

CAMINHO METODOLÓGICO

Para alcançar o objetivo aqui proposto, essa pesquisa tem caráter qualitativo, a qual, de acordo com Godoy (1995), permite ao pesquisador uma melhor aproximação

e compreensão dos fatos estudados, possibilitando a análise de forma integral, na qual diversos tipos de dados são coletados acerca do fenômeno em estudo. Ainda segundo o autor, o estudo qualitativo pode seguir diversos caminhos de investigação, em que ele cita três com sendo os mais conhecidos: pesquisa documental, estudo de caso e etnografia. Considerando que os dados aqui coletados advêm de artigos publicados em periódicos, essa pesquisa caracteriza-se como bibliográfica.

Os artigos foram pesquisados em periódicos nacionais da área de Ensino pertinentes a Química ou Ciências, e que permitem o acesso as suas produções de forma integral e gratuita, com classificação qualis A1, A2 e B1 de acordo com o sistema Qualis-Periódicos disponibilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, base de dados do quadriênio 2013-2016. Foi definido para pesquisa o período de corte de 2007 a 2017. Para a identificação dos artigos nos periódicos foi realizada a leitura do título, resumo e palavras-chave que abrangessem os seguintes termos: CTSA; CTS; Ensino Médio, e que estivessem associados ao ensino de Química.

No total foram encontrados 24 periódicos que abordam o Ensino de Ciência/Química, e desses, apenas em 8 foram encontrados artigos da temática em estudo. Foram selecionados artigos que tratassem da utilização da abordagem CTSA na Química do Ensino Médio, nas modalidades apresentadas aqui como enxerto de CTSA e ciência vista através dos preceitos da CTSA. Na Tabela 3 é possível ver os periódicos onde foram encontrados artigos que se encaixassem no especificado até aqui. Estão organizados pela classificação qualis, periódico e número de artigos encontrados. No gráfico da Figura 1 pode-se observar a distribuição dos anos de publicação dos artigos encontrados.

Tabela 3
Periódicos selecionados e número de artigos encontrados.

Qualis	Periódico	Nº de artigos
A1	Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências	1
A2	Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	1
A2	Investigações em Ensino de Ciências	1
A2	Rencima – Revista de Ensino de Ciências e Matemática	2
A2	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	3
B1	Ciência & Ensino	1
B1	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	1
B1	Experiências em Ensino de Ciências	4
Total		14

Fonte: dados da pesquisa (2018).

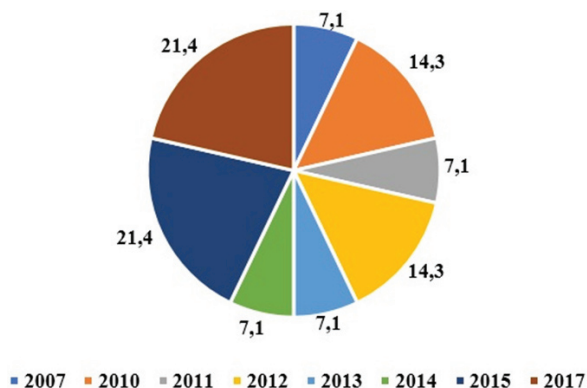


Figura 1. Distribuição dos artigos por ano de publicação em porcentagem (%).

Os 14 artigos encontrados abordam cinco assuntos trabalhados na Química: Ácidos e Bases, Físico-Química, Química Ambiental, Química Orgânica e Radioatividade, que foram organizados na Tabela 4 mostrada logo abaixo.

Tabela 4

Artigos separados por conteúdo abordado.

Assunto abordado	Nº de artigos
Ácidos e Bases	1
Físico-Química	1
Química Ambiental	3
Química Orgânica	8
Radioatividade	1
Total	14

Fonte: dados da pesquisa (2018).

A área da Química mais contemplada pelos estudos foi a orgânica, encontrada em 8 trabalhos. Esse assunto é normalmente abordado no último ano do ensino médio, e possibilita ao professor realizar diversas aulas práticas contextualizadas, o que pode explicar a maior quantidade de estudos direcionados a ela. Outro fato a se destacar é que dois dos conteúdos contemplados não são muito trabalhados no ensino médio, são eles: Radioatividade e Química Ambiental. Isso mostra que a abordagem CTSA pode proporcionar uma nova visão acerca desses conteúdos, podendo ser feita uma contextualização com o cotidiano do aluno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa foram construídos a partir da análise dos dados destacados na Tabela 4, em que são organizados por conteúdo abordado. Em cada sessão a seguir serão apresentados o assunto e a respectiva análise dos artigos selecionados.

Ácidos e Bases

Foi encontrado apenas 1 artigo tratando da temática de ácidos e bases (Niezer & Silveira, 2014). Nele os estudantes se motivam pela problemática de corrigir o pH ácido do solo através da utilização de cascas de ovo provenientes da escola onde estudam. A pesquisa foi desenvolvida no Centro Educacional de Educação Profissional, localizado na cidade de Rio Negro, estado do Paraná, com 10 alunos do curso técnico em Agropecuária.

A prática foi elaborada pensando nos princípios do CTSA, ao qual podemos encaixar na modalidade de conteúdo de ciências visto através da abordagem CTSA. O trabalho foi desenvolvido com apoio de professores das áreas de matemática, geografia, agropecuária, biologia, horta, produção vegetal, sociologia e solos, o que promove a interdisciplinaridade do projeto em questão.

Após a aplicação do projeto os alunos concluíram que as cascas de ovos possuem potencial para uso de correção da acidez do solo, visto que esse material é rico em CaCO_3 (carbonato de cálcio), e se mostrou favorável à sua utilização por ser um produto natural que normalmente era descartado junto ao lixo da escola.

Esse artigo elaborado através dos princípios do CTSA pôde promover nos alunos um maior aprendizado da Química, além de atribuir maior significado para os mesmos. Com essa temática foi possível trabalhar alguns objetivos do CTSA que seriam a utilização do conhecimento científico para a tomada de decisão e a responsabilidade social.

Físico-Química

Para o conteúdo de Físico-Química também encontramos apenas um artigo (Oliveira, Guimarães & Lorenzetti, 2015). A proposta que ele apresenta é a utilização da abordagem de CTSA na elaboração de aulas com a temática de qualidade do ar interior, trabalhando os conceitos de Estudo dos Gases e Cinética Química. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola estadual de ensino médio localizada na região metropolitana de Curitiba – PR, com uma turma de 20 alunos do 2^a Ano. Os autores buscaram com essa proposta de ensino intensificar a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes através do ensino da ciência Química vista por essa abordagem.

Foi elaborada uma inserção pedagógica composta por 14 aulas, no qual os autores do estudo buscaram seguir três etapas (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) pesquisadas na literatura. Os pesquisadores priorizaram a utilização de materiais que encorajassem o pensamento crítico dos alunos como, por exemplo, experimentações, vídeos e discussões em grupo. Foi proposto também que cada estudante, ao final de cada aula, produzisse um texto narrativo sobre aquele dia. Essa proposta se encaixa na segunda modalidade de ensino CTSA, em que os pesquisadores trabalharam o conteúdo de ciências baseado nos preceitos dessa teoria.

Os autores do estudo concluíram que através do enfoque CTSA é possível, no contexto escolar, contextualizar os conhecimentos científicos e tecnológicos, além de refletir sobre as consequências sociais desses conhecimentos. Relataram ainda que, para que haja uma utilização mais ampla dessa abordagem há a necessidade de uma orientação que forneça informações para sua larga implementação no contexto da educação básica.

Química Ambiental

Abordando a temática de Química Ambiental foram encontrados 3 artigos, em que são abordadas as temáticas de agrotóxicos (Buffolo & Rodrigues, 2015), poluição ambiental (Flor, 2007) e poluentes atmosféricos (Regis & Bello, 2011). Dois dos artigos utilizam a ciência vista através da abordagem CTSA, e um utiliza o enxerto. O que se pode notar com a leitura das pesquisas é que em ambos os casos o professor utiliza essa abordagem como forma de fugir do modo tradicional de ensino, em que o professor age como transmissor de conhecimentos.

O trabalho sobre a temática de agrotóxicos é parte de um estudo maior de uma dissertação de mestrado desenvolvido em uma escola da rede pública de ensino da região noroeste do estado do Paraná (Buffolo & Rodrigues, 2015). Os dados para o estudo foram coletados a partir do desenvolvimento de uma sequência didática, com abrangência para 13 aulas de 50 minutos, cada. É relatado no estudo que a aplicação dessa sequência didática pautada nos preceitos do CTSA permitiu o desenvolvimento nos alunos da compreensão dos conceitos químicos abordados, além de estender o conhecimento para questões de cunho social, tecnológico e ambiental, o que possibilita a construção de um senso crítico da realidade com vistas à formação cidadã.

O segundo artigo (Flor, 2007) estudado da área de Química Ambiental, trata sobre a temática de poluição ambiental, tendo como questionamento gerador a instalação de uma incineradora de lixo no município onde ocorreu a pesquisa. O trabalho caracteriza-se como enxerto de CTSA. Foi aplicado no período de quatro semanas, com um total de 8 aulas, em uma escola da rede pública do estado de Santa Catarina. O estudo promoveu debates aos alunos acerca do tema estudado, sendo possível constatar em suas falas o despertar do interesse pela pesquisa, e desenvolvimento do senso questionador a

respeito do papel da ciência na sociedade e as consequências que esta pode causar. O estudo produziu reflexões que foram incorporadas pelos educandos em suas indagações sobre ciência e, em específico, poluição, tema norteador da pesquisa. O trabalho além de proporcionar a aproximação dos conteúdos de Química com o cotidiano do aluno permite que o educando tenha um aumento da autoestima, pois seus comentários são valorizados, permite a participação na tomada de decisão e proporciona ao professor se tornar um mediador do conhecimento.

O terceiro artigo (Regis & Bello, 2011) da temática ambiental trata sobre poluentes atmosféricos. A pesquisa visa acima de tudo envolver os conhecimentos científicos e populares, com os quais o aluno tem contato, para que possa haver a contextualização do estudo realizado em sala de aula e o vivenciado diariamente, além de desenvolver o pensamento crítico, tomada de decisão e conscientizá-los dos problemas ambientais, principalmente os relacionados a temática central do estudo. Através de questionários pré-testes, pós-testes e oficina aplicados aos alunos foi possível observar uma evolução na internalização dos conceitos abordados. O estudo apontou que a abordagem empregada pode ser acatada como uma boa opção para desenvolver habilidades nos alunos e despertar a consciência ambiental, e como consequência, facilitar a aprendizagem da Química.

Química Orgânica

Química Orgânica foi a área contemplada com a maior quantidade de trabalhos, totalizando 8. Primeiramente vamos discutir os quatro artigos que pertencem ao mesmo grupo de autoras (Santos, Amaral & Maciel, 2012a, 2012b, 2010a, 2010b), posteriormente, faremos a discussão sobre os quatro artigos restantes.

Os quatro estudos aqui apresentados referem-se a um estudo de caso desenvolvido no terceiro ano do curso técnico em Química integrado do CEFET-MG, em que foram adotados temas sociocientíficos utilizando a abordagem CTSA. Os temas adotados nos artigos foram: Cachaça; Cachaça e Cerveja; Leite; Sabão e Detergente. Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados: observações, registros, gravações, filmagens e questionários. Com a aplicação desses estudos ficou evidente que a inserção de temas sociocientíficos nas grades curriculares de Química é uma condição fundamental para desenvolver uma educação CTSA mais humanista e com formação para a cidadania, objetivos propostos por esse enfoque.

O quinto trabalho analisado traz a temática do Biodiesel (Azevedo et al., 2013), assunto trabalhando dentro da Química Orgânica. O estudo partiu de uma atividade elaborada no Laboratório de Óleo e Biodiesel do Departamento de Química da UFRPE. Através de uma parceria da universidade com a Secretaria de Educação de Pernambuco, o projeto chegou ao alcance das escolas por meio dos alunos pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID. Os pibidianos recrutaram uma turma de 20 alunos voluntários pertencentes à rede pública do segundo ano do ensino médio, juntamente com a colaboração do professor de Química. Os instrumentos de coleta

de dados envolveram questionários pré e pós-testes, intervenção didática com utilização de vídeos, etc. O que se notou ao final do estudo foi que houve uma evolução conceitual em relação às questões sociais postas em discussão a respeito da temática biodiesel juntamente com os conceitos químicos expostos e o desenvolvimento de atitudes nos alunos como o recolhimento do óleo de frituras de suas casas.

O sexto trabalho (Kuchla & Souza, 2017) analisado tem como objetivo central do estudo desenvolver e por em prática uma metodologia para o ensino de Química Orgânica, possuindo como tema gerador os corantes, na qual utilizou um caso simulado elaborado nos preceitos do CTSA, além de possuir o intuito de despertar nos educandos o interesse pela pesquisa e pela Química. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede estadual do Paraná, e contou com a participação de 28 alunos do terceiro ano do ensino médio, de colégio localizado na cidade de Guaramiranga. Dentre os instrumentos de coleta de dados, estão anotações em diário de campo, fotografia, questionários e vídeos. Os resultados mostram que a metodologia utilizada trouxe grande contribuição para a formação crítica dos estudantes, uma vez que proporcionou uma ampla discussão e por estar diretamente associada a realidade dos educandos.

No sétimo artigo analisado encontramos a temática da produção de sabão (Machado et al., 2015). Com o intuito de diminuir a fragmentação do ensino tradicional oferecido pela escola, este projeto motiva-se a associar o conteúdo estudado em Química Orgânica com o cotidiano do aluno, tornando o processo de ensino aprendizagem algo mais apreciável por parte dos estudantes, possibilitado ainda uma participação mais crítica em seu meio social. Os sujeitos participantes da pesquisa foram 20 estudantes de uma turma de segundo ano do curso técnico integrado em Agropecuária de uma instituição federal localizada na cidade de Alegrete – RS. Através das análises feitas nos documentos escritos pelos alunos percebeu-se que houve um aumento do interesse nos conceitos científicos, principalmente acerca da resolução de problemas sociais e ambientais, constatando-se assim que a abordagem CTSA é uma boa estratégia para o ensino de Química.

Para finalizar, o oitavo e último trabalho (Silva, Souza & Pires, 2017) analisado da área de Química Orgânica traz o uso de representações moleculares em 3D como material didático para o ensino da Química. Com isso, o trabalho traz como objetivo principal utilizar um software como alternativa didática para a representação e estudos de estruturas moleculares tridimensionais, promovendo a interdisciplinaridade entre a Química Orgânica e a Biologia. A pesquisa foi desenvolvida com 10 alunos voluntários de uma escola pública estadual localizada na cidade de Luziânia em Goiás. Através do *feedback* dos alunos foi possível constatar que o software pode ajudar na melhor compreensão das representações geométricas de algumas moléculas orgânicas, visto que a visualização somente em duas dimensões dificulta esse entendimento.

Radioatividade

Este foi o único artigo trabalhando o tema de radioatividade (Cortez, Prado & Rosa, 2017). Ele tem como foco o ensino de Física, no entanto sua escolha para fazer parte deste estudo se justifica pelo fato de se trabalhar um assunto pertinente também à Química, e falar sobre a vida de uma importante cientista ligada as essas duas ciências: Marie Curie.

Este estudo utiliza como proposta a ciência vista através dos preceitos da CTSA para trabalhar a temática de radioatividade com uma turma de 15 alunos do 3º Ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada na cidade de Sertão, interior do Rio Grande do Sul. Motiva-se criar alternativa para o ensino de radioatividade que possibilite a inserção no contexto do aluno, aqui voltada para o ensino de Física, mas que facilmente pode ser trabalhado em Química.

A proposta foi distribuída em 18 aulas, sendo 10 no componente curricular de Física e 8 em horário extraclasse. Foram organizadas 7 etapas para o desenvolvimento das aulas, abrangendo os mais diversificados materiais de estudo: consultas, revistas, livros, vídeos, filmes, etc. Foi trabalhada ainda com a utilização de metodologias ativas, sendo utilizados os mapas conceituais e a atuação de protagonista do aluno, que busca a construção do seu próprio conhecimento.

Após a realização do estudo, mesmo diante das dificuldades impostas na avaliação da eficácia de alternativas novas no ensino, os autores acreditam que essa abordagem trouxe bons resultados. Foi possível trazer a temática de radioatividade para a realidade dos alunos, onde os mesmos conheceram aspectos do cotidiano em que esse tema possui conexão.

CONCLUSÃO

O presente artigo buscou apresentar de que forma a abordagem CTSA está sendo utilizada no ensino da Química no Ensino Médio, estabelecendo-se um recorte entre os anos de 2007 a 2017 (10 anos), e os periódicos classificados com Qualis A1, A2 e B1, de acordo com o portal da CAPES. Todos os artigos aqui relatados são frutos de experiências vivenciadas em sala de aula, o que serviu como subsídio para a análise da utilização desse enfoque como uma abordagem de ensino.

Um aspecto observado na análise de todos os artigos é que os idealizadores dos estudos buscaram na abordagem de ensino CTSA um meio para tornar as aulas mais atrativas e dinâmicas, centrando a construção do conhecimento no aluno através da estimulação da pesquisa. Os quatorze (14) estudos aqui analisados obtiveram resultados positivos com relação aos relatos dos alunos, o que demonstra boa aceitação do uso dessa metodologia de ensino.

DECLARAÇÕES DAS CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

E.S.F. concebeu a ideia apresentada. C.G.S. supervisionou o projeto. C.G.S. e A.K.P.V. apresentaram a teoria e, juntamente com E.S.F., adaptaram-na a esse contexto, criando os modelos para executar as atividades. E.S.F. fez a coleta dos dados e, em conjunto com A.C.B.N., G.C.B.S., M.H.F.S.G. e M.C.S.B., analisaram os dados coletados. Todos os autores contribuíram para a discussão dos resultados e para a versão final do manuscrito. M.C.S.B. fez uma última revisão.

REFERÊNCIAS

- Azevedo L. A., Bejan, C. C. C. Campos, A. F., & Almeida, M. A. V. (2013). Biodiesel a Partir de Óleo de Fritura: uma Temática Atual para Abordagem das Relações CTS em uma Sala de Aula de Química. *R.B.E.C.T.*, 6(2), 41-61, maio/ago.
- Buffolo, A. C. C. & Rodrigues, M. A. (2015). Agrotóxicos: uma Proposta Socioambiental Reflexiva no Ensino de Química sob a Perspectiva CTS. *Investigações em Ensino de Ciências*, 20(1), p.1-14.
- Cortez, J., Prado, S. D., & Rosa, C. T. W. (2017). O legado de madame Curie: relato de uma atividade para abordar radioatividade no Ensino Médio na perspectiva CTS. *REnCiMa*, 8(5), 80-98.
- Flor, C. C. (2007). Possibilidades de um Caso Simulado de CTS na Discussão da Poluição Ambiental. *Ciência & Ensino*, 1(n. especial), nov.
- Godoy, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 35(3), 20-29, maio/jun.
- Kuchla, M. & Souza, L. B. P. (2017). Desenvolvimento de um Caso Simulado CTS Através do Uso da Técnica de Controvérsia no Ensino de Química Orgânica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(5), 68-81.
- Linsingen, I. von (2007). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, 1(n. especial), 1-19, nov.
- Machado, T. F., Silva, D., Cornélio, J. P. L., & Del Pino, J. C. (2015). Abordagem CTSA Através da Temática Produção de Sabão. *Acta Scientiae*, 17(2), 510-525, maio/ago.
- Niezer, T. M. & Silveira, R. M. C. F. (2014). Recomposição do pH do Solo Utilizando Casca de ovo: Enfoque CTS Sobre o Ensino de Química. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 4(2), 69-84, jul./dez.
- Oliveira, S., Guimarães, O. M., & Lorenzetti, L. (2015). Uma Proposta Didática com Abordagem CTS para o Estudo dos Gases e a Cinética Química Utilizando a Temática da Qualidade do Ar Interior. *R.B.E.C.T.*, 8(4), 75-105, set./dez.
- Palacios, E. M. G., Galbarte, J. C. G., Cerezo, J. A. L., Luján, J. L., Gordillo, M. M., Osorio, C., & Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual* (166 f.). Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Bravo Murillo, 38, 28015 Madrid, España.

Palacios, E. M. G., Von Linsingen, I., Galbarte, J. C. G., Cerezo, J. A. L., Luján, J. L., Pereira, L. T. V., Gordillo, M. M., Osorio, C., Valdés, C., & Bazzo, W. A. (2003). *Introdução aos estudos CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade* (170 f.). Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Cadernos de Ibero-América.

Pinheiro, N. A. M. (2005). *Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático* (305 f.). (2005). Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2009). O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(1), 1-14, mar.

Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84.

Regis, A. C. D. & Bello, M. E. R. B. (2011). Conscientização Ambiental e a Abordagem de Poluentes Atmosféricos por Meio de uma Intervenção Didática: Vivência de uma Sala de Aula. *Experiências em Ensino de Ciências*, 6(1), p.95-111.

Santos, M. S., Amaral, C. L. C., & Maciel, M. D. (2010a). Temas Sociocientíficos (Cachaça e Cerveja) em Aulas Práticas de Química na Educação Profissional: uma Abordagem CTS. *R. B. C. E. T.*, 3(2), 98-116, maio/ago.

Santos, M. S., Amaral, C. L. C., & Maciel, M. D. (2010b). Tema Sociocientífico (Leite) em Aulas Práticas de Química na Educação Profissional: uma Abordagem CTS. *Experiência em Ensino de Ciências*, 5(3), 115-121.

Santos, M. S., Amaral, C. L. C., & Maciel, M. D. (2012a). Tema Sociocientífico “Cachaça” em Aulas Práticas de Química na Educação Profissional: uma Abordagem CTS. *Rev. Ensaio*, 14(1), 227-239, jan./abr.

Santos, M. S., Amaral, C. L. C., & Maciel, M. D. (2012b). Temas Sociocientíficos “Sabão e Detergente” em Aulas Práticas de Química na Educação Profissional: uma Abordagem CTS. *REnCiMa*, 3(3), 405-518.

Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S- (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio*, 2(2), 110-132, jul.-dez.

Silva, C. S., Souza, E. V. Jr., & Pires, D. A. T. (2017). O Uso de Software de Representação Molecular em 3D como Material Didático Interdisciplinar para o Ensino de Química. *Experiência em Ensino de Ciências*, 12(2), 66-79.

Vacheski, G. M. O. (2016). *Atividades sob a Perspectiva CTS na Formação Inicial de Professores de Química: Implicações para o Desenvolvimento Profissional Docente* (203 f.). Dissertação de Mestrado. 2016. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.