

## Abordagens sobre Tecnologia em trabalhos com Enfoque CTS no Ensino de Química no Brasil

### Technology approaches on works focusing STS in the teaching of Chemistry in Brazil

**Rosana Oliveira Dantas de Abreu**

Universidade de Franca (UNIFRAN) - doutoranda  
Colégio Militar de Brasília (CMB)  
rosana.abreu@gmail.com

**Roseline Beatriz Strieder**

Universidade de Brasília (UnB)  
roseline@unb.br

#### Resumo:

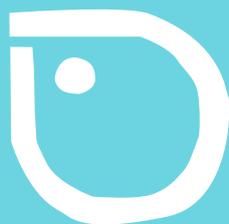
Com a intenção de identificar e caracterizar diferentes abordagens sobre tecnologia, em produções brasileiras com enfoque CTS desenvolvidas no ensino de Química, foi realizado um levantamento de trabalhos brasileiros apresentados/publicados nos seguintes eventos e revista: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências (ENPEC), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e Química Nova na Escola (QNEsc). A partir da análise dos trabalhos, verificou-se que diferentes abordagens sobre tecnologia estão presentes nos trabalhos sobre ensino de Química centrados no Enfoque CTS. Constatou-se que ainda prevalecem abordagens menos críticas, voltadas à discussão de procedimentos associados à realização de atividades experimentais. Além disso, tem recebido destaque a discussão de implicações sociais e ambientais atreladas ao uso de aparatos tecnológicos. Por outro lado, discussões mais críticas, a exemplo das que problematizam o modelo de desenvolvimento tecnológico, têm sido pouco mencionadas nos trabalhos.

**Palavras-chave:** Perspectiva de tecnologia; ensino de Química; enfoque CTS.

#### Abstract:

This work intends to identify and characterize, among Brazilian academic production, different approaches to technology with focus on Science-Technology-Society (STS) developed in the teaching of Chemistry. A survey was conducted to analyze academic researches presented/published during the following Brazilian events: the National Meeting of Research on Science Education (ENPEC) and the National Meeting of Chemistry Teaching (ENEQ), as well as articles published in the Brazilian journal: New Chemistry School (QNEsc). Based on the analysis, it was possible to conclude that the academic production related to Education in Chemistry with focus on STS presents different approaches. These approaches are less critical, mostly centered on the discussion of procedures associated to experimental activities. Discussions about social and environmental implications concerning technological gadgets were also found. Critical discussions, however, were rarely found, especially those that problematize the model of technological development.

**Keywords:** Technology perspective; Education on Chemistry; STS approach.



## Resumen:

Con el objetivo de identificar y caracterizar distintos planteamientos sobre la tecnología en producciones brasileñas con enfoque CTS desarrolladas en la enseñanza de Química, se realizó una investigación de los trabajos brasileños presentados/publicados en los siguientes eventos y revista: Encuentro Nacional de Investigación y Enseñanza en Ciencias (ENPEC), Encuentro Nacional de Enseñanza de Química (ENEQ) y *Química Nueva en la Escuela* (QNEsc). Tras el análisis de los trabajos, se verificó que estaban presentes diferentes planteamientos sobre la tecnología en los trabajos sobre la enseñanza de la Química centrados en el enfoque CTS. Se constató que todavía prevalecen enfoques poco críticos, basados en la discusión de procedimientos vinculados a la realización de actividades experimentales. Además, se observó que había recibido especial atención el debate sobre las implicaciones sociales y ambientales asociadas al uso de aparatos tecnológicos. Sin embargo, debates más críticos, como los que problematizan el modelo de desarrollo tecnológico, habían sido poco mencionados en los trabajos.

**Palabras claves:** Perspectiva de tecnología; Enseñanza de Química; Enfoque CTS.

## Introdução

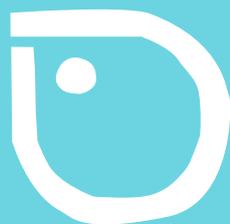
No Brasil, desde a década de 80, algumas iniciativas educacionais apontam para a importância do contexto social nas discussões sobre a ciência e a tecnologia, dentre elas as balizadas pelo Enfoque CTS<sup>1</sup> (Strieder, 2008). Esse enfoque favorece a construção de atitudes e valores, com vistas a uma formação que prepare os estudantes para tomarem decisões que visam ao bem-estar social. Além disso, o enfoque CTS pode possibilitar ao aluno desenvolver seu lado crítico e reflexivo, ao incentivá-lo a analisar situações e tomar decisões que envolvam seu cotidiano (Pinheiro, Silveira, & Bazzo, 2009).

Por esse motivo, as propostas que contemplam as interações CTS têm se mostrado como alternativas para o Ensino de Ciência, já que é por meio da apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos, associados à incorporação de atitudes e valores, que é possível promover o exercício da cidadania (Bocheco, 2011; Santos & Mortimer, 2002; Strieder, 2008).

Todavía, observou-se que muitas das propostas com Enfoque CTS têm direcionado as discussões ao desenvolvimento de conceitos científicos ou ao estabelecimento de debates político-filosóficos ligados à ciência e à sociedade; esquecendo-se do segundo elemento da tríade, ou seja, da tecnologia (Bocheco, 2011).

Na busca por um enfoque CTS que propicie uma maior integração entre conhecimentos científicos e tecnológicos e sua relação com a sociedade, além de contemplar uma visão mais ampla de tecnologia, distante de considerá-la como simples aplicação do conhecimento científico, o presente estudo, recorte de uma tese de doutorado, tem como objetivos identificar e caracterizar, dentre trabalhos brasileiros centrados no enfoque CTS, desenvolvidos no ensino de Química, diferentes

<sup>1</sup> Optou-se por utilizar o termo "Enfoque CTS", porque este termo é o mais usado entre as produções que foram analisadas neste estudo. Porém, entende-se CTS como uma perspectiva educacional mais ampla, que contribui tanto para que os estudantes compreendam o papel que a ciência e a tecnologia exercem na sociedade e vice-versa, quanto para a formação dos valores éticos, sociais e culturais dos educandos, a partir de ações reflexivas da realidade.



abordagens sobre tecnologia.

Com isso, busca-se refletir sobre a importância da tecnologia no âmbito das discussões sobre CTS, apontando abordagens possíveis para o contexto educacional brasileiro; contribuindo, assim, para o desenvolvimento de propostas educacionais mais críticas e coerentes com os pressupostos da perspectiva educacional CTS.

## Contextualização teórica

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), surgido em meados do século XX, a partir da crítica aos modelos lineares<sup>2</sup> de progresso, enfatiza as discussões em torno do planejamento e do controle social da Ciência e da Tecnologia, tratando-as associadas a questões políticas, econômicas, culturais, ambientais e sociais (Auler, 2002).

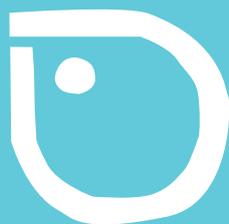
A atuação desse movimento no campo educacional desperta nos educadores a procura por abordagens interdisciplinares na educação científica organizadas em torno de problemas que afligem a sociedade e em torno da reflexão sobre o papel da ciência escolar na sua transformação. Nesse sentido, os trabalhos curriculares em CTS surgiram em decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências (Layton, 1994, citado por Santos & Mortimer, 2002), mas também pela contribuição na eliminação (ou, pelo menos, diminuição) do crescente abismo que se consolidou entre a cultura humanista e a cultura científico-tecnológica que tanto fraciona a sociedade (Bazzo, Lisingen, & Perreira, 2000).

Na concepção de Santos e Schnetzler (2010), o ensino de ciências numa abordagem CTS efetua-se a partir do conhecimento mais amplo dos conceitos científicos e tecnológicos e de suas implicações na vida do indivíduo. Para esses autores, isso torna o enfoque CTS o mais propício à preparação para o exercício da cidadania, diferente de um ensino centrado nos conceitos científicos e tecnológicos, voltado à formação de especialistas.

Assim, em uma abordagem CTS aplicada ao ensino de Química, valoriza-se um modelo que se constitua efetivamente como instrumento para a formação do indivíduo (Firme & Amaral, 2011), ampliando os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania (Brasil, 2002). Firme e Amaral (2011) ainda consideram que os conhecimentos químicos devem levar o aluno a construir uma visão de mundo mais articulada com o contexto das aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Desse modo, o ensino de Química num enfoque CTS deve motivar os alunos a estudar, pois busca relacionar os fenômenos não apenas ao cotidiano do aluno, mas também aos aspectos tecnológicos, científicos e sociais daquele conhecimento.

Uma característica marcante no enfoque CTS é a contextualização, pois, ao utilizar conceitos científicos para a compreensão da realidade, promove o estudo de situações ambientadas em um determinado contexto. Uma outra intenção do enfoque CTS na educação básica é a de

<sup>2</sup> De forma geral, o “modelo linear” consiste na tendência que a sociedade tem de acreditar que o desenvolvimento científico gera o desenvolvimento tecnológico, que, por sua vez, determina desenvolvimento econômico (riqueza) do país, e, como consequência disso, o desenvolvimento social (bem-estar social) será alcançado (López, Luján, Martín Gordillo, & Osorio, 2003).

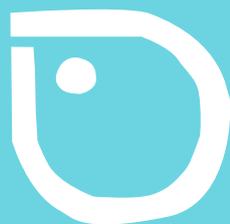


proporcionar ao estudante uma compreensão da natureza individual de cada elemento que compõe a sigla e a interdependência que se processa entre eles (Bocheco, 2011). Mckavanagh e Maher (1982, citados por Santos & Schnetzler, 2010) destacam nove aspectos do estudo da natureza da ciência, da tecnologia, da sociedade e os seus encaminhamentos, que são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Nove aspectos da abordagem CTS.

Aspectos do Enfoque CTS	Esclarecimentos
1. Natureza da Ciência	Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2. Natureza da Tecnologia	Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade	A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5. Efeitos da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade de recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: Mckavanagh e Maher (1982, citados por Santos & Schnetzler, 2010, p. 69).



Assim, ao olhar para a natureza da tecnologia e suas inter-relações, percebe-se como a tecnologia pode interferir nos outros elementos da tríade<sup>3</sup>. Dessa maneira, quando a tecnologia não está reduzida apenas ao seu aspecto técnico, ela tem uma importante participação não somente nos progressos científicos, mas também nos sistemas sociopolíticos, de valores e ideologias da cultura na qual se encontra. Numa visão CTS, ela deve ser caracterizada como fruto de uma produção social, geradora de pressões.

Bocheco (2011) verificou que, para promover uma alfabetização tecnológica, diante das intencionalidades educacionais do enfoque CTS, deve-se: 1) promover uma educação tecnológica em acordo com o meio sociocultural dos estudantes; 2) promover uma educação tecnológica de forma a influenciar na vida cotidiana dos estudantes; 3) desenvolver nos estudantes habilidades e atitudes que lhes permitam tornar-se cidadãos ativos e responsáveis em relação a assuntos ligados à tecnologia e 4) promover uma educação tecnológica que leve em consideração a natureza da atividade tecnológica e os seus imbricamentos com a sociedade.

Desse modo, ao aproximar não apenas os conteúdos científicos, mas também os tecnológicos do contexto sociocultural dos estudantes, o professor deixa de ser um mero transmissor de conhecimentos e passa a promover o desenvolvimento de habilidades, de valores e de atitudes de seus alunos, por meio da integração desses conteúdos. Dessa maneira, ele colabora com a formação de cidadãos, deslocando o estudante da posição de simples receptor para a posição de quem interage com o conhecimento (Bocheco, 2011).

Como não se pode negar que a sociedade, em muitos momentos, usa os produtos da tecnologia como marcadores sociais (Silva, Melo, Bock, & Chrispino, 2015), surge a necessidade de investigar e refletir sobre como a questão tecnológica está sendo abordada na sala de aula. Para isso, como ponto de partida, deve-se entender o que vem a ser tecnologia; o que será discutido a seguir.

Segundo Dusek (2009), não há uma definição única para tecnologia, pois, para defini-la, é necessário levantar e analisar as relações estabelecidas, suas aplicações e seus limites. Contudo, este autor propõe três abordagens de como a tecnologia pode ser entendida: (1) como instrumental, a exemplo de ferramentas ou máquinas; (2) como regra, neste caso, a técnica; e (3) como sistema, isto é, o que remete ao contexto humano de uso e organizações humanas necessárias para operá-lo e mantê-lo, levando em consideração que o que pode ser considerado tecnologia para um determinado grupo pode não ser para outro.

Outros estudiosos no assunto também propuseram aspectos de tecnologia que ora se assemelham aos levantados por Dusek, ora introduzem outras abordagens. Um exemplo disso é Vargas (1994). Para este autor, a tecnologia pode ser entendida: (1) no sentido de técnica; (2) como instrumento/equipamentos, a exemplo das máquinas, o que envolve sua utilização e/ou manejo; (3) como um processo cujo conhecimento leva à melhoria da produção ou consumo ou à solução de um problema; e (4) associada à aplicação de teorias/métodos/processos científicos às técnicas, para o desenvolvimento tecnológico de uma sociedade. Desse modo, para Vargas (1994), a essência da tecnologia é associada à utilização do saber científico moderno para a solução de problemas

<sup>3</sup> Apesar da tabela 1 apresentar várias relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, ele não mostra a articulação entre os três elementos da tríade. Essa articulação foi objeto de estudo em Strieder (2012), ao pensar em parâmetros que não são ciência, tecnologia e sociedade, mas Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. Com isso, cada um deles, embora mais relacionado a um dos elementos, representa essa articulação.



técnicos, e, por isso, não pode ser considerada como simples mercadoria, mas, sim, como cultura que se adquire evoluindo.

Feenberg (2002), ao afirmar que a tecnologia, entendida como artefato cultural, não está livre de influências históricas, políticas, econômicas, entre outras, aponta que não há uma essência ou característica definidora individual da tecnologia e que a busca por uma definição essencial é improdutiva. Ainda segundo esse autor, a tecnologia, assim como a Ciência, não é neutra, porque incorpora valores da sociedade industrial, sendo assim ela também incorpora questões políticas e, por isso é um importante veículo para a dominação cultural, para o controle social e para a concentração de poder industrial.

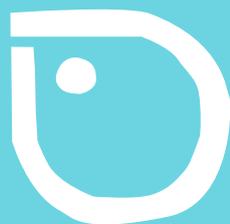
Coerente com o defendido por Feenberg (2002), dessa forma, o desenvolvimento de técnicas deve atender aos interesses sociais, sendo aplicado e administrado pela sociedade com a intenção de transformar a vida dos seus cidadãos, como coloca Dagnino (2008). Nesse entendimento, tanto as inovações tecnológicas, quanto o progresso científico, modelam estilos de vida, não sendo mais possível tratá-los como fenômenos isolados da dinâmica social.

Nesse contexto também cabem as reflexões propostas por Vieira Pinto (2005), que recusa o uso da expressão “era tecnológica”, pois, para ele, o homem não seria humano se não vivesse sempre numa era da apropriação indébita, feita pelas nações ricas sobre as riquezas do mundo subdesenvolvido ou periférico. Ainda para o autor, o conceito de “era tecnológica” se tornou ideológico, expressão de dominação por parte dos grupos dominantes, na qual a cultura do consumo dirigido é justificada por metáforas, consolidando os desníveis dos países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Ou seja, o autor ao discutir sobre tecnologia, enfatiza, dentre outras coisas, sua relação intrínseca com a sociedade.

Essa relação também é destacada por Cupani (2004) quando defende que é preciso refletir sobre a natureza da tecnologia, sua necessidade e função social, uma vez que a tecnologia representa o modo de vida da sociedade atual, que, inclusive, é conhecida como sociedade tecnológica (Cupani, 2004).

Como pode-se perceber, a busca pela dimensão epistemológica da tecnologia não é uma tarefa simples. Há, contudo, entre os estudiosos da tecnologia, uma consonância: a de que a tecnologia não se restringe ao *status* de uma ciência aplicada, isenta de juízos de valor e sem implicações sociais, mas que se trata de um evento da vida humana.

Assim sendo, e segundo Strieder (2012), no contexto educacional, as reflexões sobre CTS não deveriam recair sobre a tecnologia em si, mas sobre as perspectivas de desenvolvimento que a orientam. Diante disso, a autora propõe cinco perspectivas de desenvolvimento tecnológico, as quais caracterizam abordagens possíveis no contexto das aulas de ciências: (i) desenvolvimento neutro: quando a tecnologia é apresentada como o aparato utilizado pela sociedade e as discussões centram-se em seu funcionamento; (ii) desenvolvimento como sinônimo de progresso social: no qual a tecnologia é retratada como um produto da ciência, ou seja, como ciência aplicada; (iii) desenvolvimento e suas especificidades: nesse caso a tecnologia é assumida como classe de conhecimento; (iv) desenvolvimento orientado: quando os propósitos políticos associados ao desenvolvimento de determinada tecnologia são trazidos à tona; e, finalmente, (v) desenvolvimento em contexto: no qual a tecnologia é associada às necessidades básicas da população, ou seja, são consideradas



as especificidades do contexto em que se encontra ou será introduzida.

Essas propostas fazem parte de uma discussão em torno dos propósitos e parâmetros da Educação CTS no contexto brasileiro do ensino de ciências. Como propósitos, a autora sugere três: (i) desenvolvimento de percepções: entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (ii) desenvolvimento de questionamentos: sobre situações que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e/ou sociedade e (iii) desenvolvimento de compromisso social: diante de problemas ainda não estabelecidos e que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e sociedade. E como parâmetros, além do desenvolvimento tecnológico são elencados: Racionalidade Científica e Participação Social. Contudo, apesar desse estudo dar um destaque à tecnologia e estar associado à análise de trabalhos da área de ensino, não especifica o que predomina no ensino de Química.

Diante disso, quais perspectivas ou abordagens sobre tecnologia comparecem em produções publicadas em anais de eventos e periódicos brasileiros da área de ensino de Química? Entende-se que essa caracterização de diferentes abordagens sobre tecnologia pode vir a auxiliar professores e pesquisadores no processo de elaboração e desenvolvimento de propostas de ensino mais críticas no que se refere às visões de tecnologia.

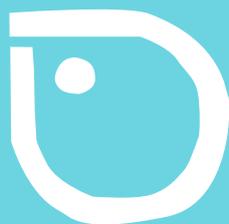
## Metodologia

Tomando por base essas considerações e na tentativa de responder ao questionamento apresentado, buscou-se identificar e caracterizar abordagens sobre tecnologia presentes em produções na área de ensino de Química, centradas no enfoque CTS.

Para isso, foi feito um levantamento dos trabalhos apresentados em dois eventos brasileiros: o Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências (ENPEC), que ocorre a cada dois anos, em anos ímpares; e o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), também bienal, porém nos anos pares. Além desses eventos, foi realizado o levantamento a partir de artigos publicados em uma revista brasileira, a Química Nova na Escola (QNEsc), que possui periodicidade trimestral, e se propõe a subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade do Ensino de Química brasileiro. Esses eventos e a revista foram selecionados devido sua representatividade na área de ensino de Química, no Brasil.

Na tentativa de abarcar uma representatividade de produções a oferecer subsídios para alcançar o objetivo dessa pesquisa, optou-se por analisar publicações ocorridas entre 1995 e 2014. A escolha do início desse período coincide com a criação da Revista Química Nova na Escola em 1994 (o 1º número foi lançado em maio de 1995) e com a realização do 1º Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, em 1997. Além disso, desde 1996, com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, o currículo escolar do ensino médio no Brasil vem sendo norteado por documentos oficiais<sup>4</sup> que visam a oferecer uma educação básica de qualidade para a inserção do aluno na sociedade, o desenvolvimento do país e a consolidação da cidadania, pressupostos que se coadunam com os defendidos pelo Enfoque CTS.

<sup>4</sup> Dentre os documentos, pode-se citar: as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e para a Educação Básica, em 1998; os Parâmetros Curriculares – Ensino Médio, em 1999; as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio, em 2002; as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, em 2006 e as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica, em 2010.



Os termos utilizados e que deveriam aparecer no título, no resumo ou na palavra-chave dos trabalhos pesquisados foram: CTS; CTSA e ciência-tecnologia-sociedade. Em um segundo momento, a partir dos trabalhos selecionados, buscaram-se os que estavam relacionados ao ensino de Química e disponíveis em formato completo. Ao completar essa etapa, procedeu-se à leitura dos resumos dos trabalhos no propósito de caracterizá-los de acordo com as seguintes categorias: levantamento de concepções; revisão teórica/análise de documentos/estado da arte; produção e/ou análise de material didático e práticas em sala de aula.

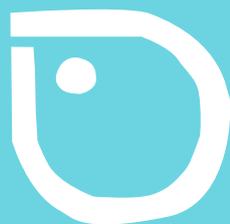
Essas categorias têm sido utilizadas em diferentes pesquisas que buscam discutir perspectivas investigativas da área de ensino de ciências, a exemplo de: Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o caso Ciência-Tecnologia-Sociedade (Cachapuz, Paixão, Lopes, & Guerra, 2008); A pesquisa em Educação Ambiental no ENPECS: contextos educacionais e focos temáticos (Kawasaki et al., 2009); Panorama das Pesquisas Pautadas por Abordagens CTS (Strieder & Kawamura, 2009); Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de Física no Brasil (Salem, 2012); entre outros.

Trabalhos classificados como "levantamento de concepções" estão centrados na aplicação de questionários/entrevistas com a intenção de mapear e analisar compreensões de professores e/ou alunos sobre CTS. A categoria "revisão teórica/análise de documentos/estado da arte" abarca trabalhos que envolvem discussões sobre referenciais teóricos da pesquisa em educação em Química, políticas públicas para a Educação em Química; desenvolvimento curricular; políticas de currículo; ou ainda levantamento e análises de trabalhos publicados em anais de eventos ou em revistas da área de educação/ensino. Enquanto isso, os estudos sobre avaliação de materiais ou recursos didáticos utilizados no ensino de Química, tais como livros didáticos, paradidáticos, apostilas e jogos educativos, estão listados na categoria "produção/análise de material didático". E por fim, a categoria "práticas em sala de aula" envolve produções que buscaram a socialização e a valorização das vivências de sala de aula desenvolvidas no ensino de química.

Após esse levantamento inicial, foram selecionados os trabalhos pertencentes às categorias produção e/ou análise de material didático e práticas em sala de aula para serem analisados, devido ao seu caráter de aplicação direta em sala de aula.

Para esse momento, utilizou-se a Análise Textual Discursiva descrita por Moraes e Galiazzi (2006). Essa abordagem de análise de dados transita entre duas formas consagradas de análises na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso. As análises textuais discursivas, seja partindo de textos já existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas e observações, têm sido, cada vez mais, utilizadas nas pesquisas qualitativas, pois, nesse tipo de pesquisa pretende-se aprofundar a compreensão dos fenômenos que são investigados, a partir de uma análise rigorosa e criteriosa das informações (Moraes, 2003). Por constituir metodologia aberta, a análise textual discursiva é um caminho para um pensamento investigativo, uma vez que quem a utiliza, participa de uma abordagem que exige constantemente a (re)construção de caminhos. Nesse tipo de análise, a linguagem desempenha um papel central, afinal é por ela que o pesquisador pode inserir-se no movimento de compreensão, de construção e reconstrução das realidades (Galiazzi & Moraes, 2006).

Em Galiazzi e Moraes (2006) e Moraes (2003), são descritas as três fases da análise textual discursiva:



- i) unitarização: processo em que os textos são separados em unidades de significado. Essas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. É nesse movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor que se exercita a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto;
- ii) articulação de significados semelhantes: há, nesse momento, o estabelecimento de relações denominado de categorização. Isso implica a construção de relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como os elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias;
- iii) geração de metatextos analíticos: nessa fase, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. Isso representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.

Moraes (2003) ainda assinala que o processo descrito acima é auto-organizado, e dele emergem novas compreensões, apesar de ser composto de elementos racionalizados e, em certa medida, planejados. Os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos, ainda assim é essencial o esforço de preparação e impregnação para que a emergência do novo possa concretizar-se.

Diante disso, a partir da leitura dos artigos, os textos foram separados em unidades de significado que posteriormente foram articuladas em categorias, as quais foram discutidas sob a forma de metatextos. A seguir são apresentados os resultados desta investigação.

## Resultados

A amostra constitui-se de 62 trabalhos, distribuídos de acordo com a tabela 2.

Tabela 2. Quantidade de trabalhos analisados que envolveram as categorias estabelecidas para esta pesquisa.

Categorias \ Eventos	ENPEC	ENEQ	QNEsc	Total
Levantamento de concepções	10	7	1	18
Revisão teórica/análise de documentos/estado da arte	5	1	0	6
Produção e/ou análise de material didático	1	7	2	10
Práticas em sala de aula	3	21	4	28



Total	19	36	7	62
-------	----	----	---	----

Pode-se observar que o ENPEC, por ser um evento voltado a pesquisadores da área de ensino, se propõe a discutir trabalhos de pesquisa, independente de seu vínculo com práticas efetivas de sala aula, enquanto que, no ENEQ e na QNEsc, predominam as práticas de sala de aula, por se tratarem de espaços que valorizam relatos e reflexões sobre experiências vivenciadas por professores de química, com vistas à sua socialização na comunidade de educadores químicos.

A partir da análise textual discursiva da amostra, foi possível definir que a tecnologia comparece associada a discussões sobre:

1. funcionamento/uso de artefatos<sup>5</sup>: quando abordam o funcionamento, uso ou manuseio de máquinas/equipamentos;
2. procedimentos: quando descrevem atividades experimentais e enfatizam o processo realizado;
3. implicações no ambiente e/ou na saúde: quando apresentam discussões sobre os efeitos das tecnologias na sociedade/meio ambiente;
4. resgate histórico e/ou aspectos culturais envolvidos: quando associam discussões sobre o desenvolvimento de tecnologias que satisfizeram aos interesses sociais, aplicadas pela sociedade com a intenção de transformar a vida dos seus cidadãos.

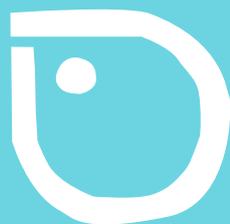
As abordagens, portanto, estão vinculadas ao tratamento dos assuntos e às relações que são estabelecidas entre esses e a questão tecnológica de uma forma ampla. A tabela 3 mostra a quantidade de trabalhos em que foram observadas as perspectivas de tecnologia anteriormente descritas. Vale esclarecer que mais de uma abordagem sobre tecnologia pode aparecer em uma única produção.

Tabela 3: Quantidade de trabalhos analisados que envolveram as perspectivas de tecnologia nesta pesquisa.

Perspectivas de tecnologia \ Eventos	ENPEC	ENEQ	QNEsc	Total
Funcionamento/uso de artefatos	2	12	3	17
Procedimentos	1	14	5	20
Implicações no ambiente e/ou saúde	2	15	4	21
Resgate histórico/aspectos culturais	1	7	2	10

Em seguida, cada uma dessas categorias é discutida e são apresentados excertos dos trabalhos

<sup>5</sup> Na investigação feita por Cupani (2004), encontra-se a perspectiva analítica de Mário Bunge (físico e filósofo da ciência). Para esse filósofo, o artefato não precisa ser uma coisa (por exemplo, uma bicicleta, ou um remédio), podendo tratar-se também da modificação do estado de um sistema natural (por exemplo, desviar ou represar o curso de um rio), ou bem da transformação de um sistema (por exemplo, ensinar alguém a ler). Assim, o significado de aparato, utilizado neste estudo, está voltado para essa conotação mais ampla defendida por Bunge.



que as evidenciam, o que não quer dizer que os excertos foram analisados de forma isolada, muito pelo contrário, eles estão contidos em um contexto que contribuiu para a caracterização de cada estudo.

A subcategoria **funcionamento/uso de artefatos** foi abordada em 17 trabalhos, muitos desses relacionados ao Ensino Técnico/Tecnológico, possivelmente devido às concepções formativas dessa modalidade.

De acordo com Dusek (2009), a visão mais óbvia sobre a tecnologia, para sociedade em geral, é a aquela em que ela é concebida como ferramentas e máquinas. Porém, neste estudo, observou-se que, nos trabalhos analisados, não havia uma preocupação na montagem da ferramenta ou máquina em si, mas, sim, com a utilização do aparato ora como um recurso para atender a um procedimento (como exemplo, pode-se citar a Produção 4 – QNEsc/2011, destacada na tabela 4 que relata o desenvolvimento de uma investigação sobre o tema biogás como fonte alternativa de energia, em que os estudantes do ensino médio puderam compreender a importância da experimentação nas atividades científica e tecnológica), ora como tema inserido num contexto para discussões na sala de aula (nesse caso, pode-se citar a Produção 7 – ENEQ/2012, em que a discussão sobre tecnologia comparece por meio de um tema gerador para possibilitar a interação entre o objeto de estudo e o cotidiano do aluno).

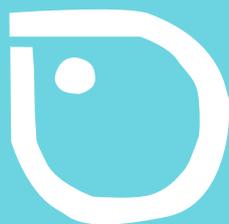
Vale lembrar que Santos e Mortimer (2002) entendem que a educação tecnológica deve ir além do fornecimento de conhecimentos limitados de explicação técnica do funcionamento de determinados artefatos tecnológicos. Tais conhecimentos são importantes, mas uma educação não deve se limitar ao uso de novas tecnologias e/ou à compreensão de seu funcionamento, pois, na visão desses autores, essa educação é alienante e pode contribuir para a manutenção do processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço, não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável.

Ao abordar a tecnologia enquanto aparato/instrumento, no contexto do enfoque CTS, assume-se que o desenvolvimento tecnológico é isento de juízo de valor (desenvolvimento neutro); apesar de haver um reconhecimento da tecnologia, ele não vem associado a uma discussão crítica sobre o desenvolvimento tecnológico (STRIEDER, 2012).

A tabela 4 mostra, a título de exemplificação, excertos de três produções analisadas, nas quais pôde-se perceber essa abordagem sobre tecnologia.

Tabela 4. Perspectiva de tecnologia – funcionamento e uso de aparatos: excertos das produções analisadas.

Produções (Evento/ano)	Excertos
------------------------	----------



Produção 4 (QNEsc/2011)	<p><i>“Eles pesquisaram o funcionamento de um biodigestor simples, a possibilidade de reproduzi-lo ...”</i></p> <p><i>“Foram montados dois biodigestores... em garrafas plásticas de 5L...”</i></p> <p><i>“Cada grupo de estudantes se dividiu em duplas que se revezavam no acompanhamento do processo de produção do biogás nos dois biodigestores...”</i></p>
Produção 1 (ENPEC/2011)	<p><i>“Dessa forma, possibilitou-se aos alunos conhecer e participar dos processos de identificação de fraudes por adição de água na determinação do índice crioscópico utilizando crioscópio eletrônico...”</i></p> <p><i>“... denota o grau de importância que atribuíram aos dados apresentados pelo crioscópio, sendo que até então, não tinham conhecimento do funcionamento do aparelho.”</i></p>
Produção 17 (ENEQ/2014)	<p><i>“Os alunos se mostraram surpresos ao entender como é de fato o funcionamento de uma vela. Por ser algo comum do nosso dia a dia, os estudantes disseram não imaginar quanto conhecimento há por trás de uma simples vela. A proposta de reciclar os pedacinhos de vela que se tem em casa também despertou no aluno a curiosidade de como era possível fazer as velas decorativas.”</i></p>

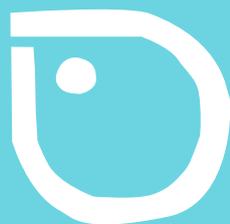
A subcategoria **procedimentos** foi observada em 20 trabalhos, possivelmente pelo fato da Química ser considerada uma ciência experimental. Essa perspectiva vai ao encontro das definições levantadas pelos autores Dusek (2009) e Vargas (1994), em que, entre as abordagens sobre tecnologia, aparecem as técnicas.

Para Dusek (2009), a definição de tecnologia como regra (técnica) propicia uma maior abrangência que a definição como instrumento/máquina, em razão de trazer a ênfase nas relações meios-fins (aquilo que é feito para se atingir um propósito). Também, segundo Vargas (1994), a técnica é tão antiga quanto o homem e é originalmente um saber fazer que caracteriza a presença de uma cultura humana, ou seja, é a atividade resultante do trabalho do homem. Dessa maneira, ainda para Vargas (1994, p. 182),

*[...] Para a ciência moderna o critério de verdade consiste na adequação da teoria com um experimento organizado de acordo com a própria teoria. É muito importante, para a compreensão da essência moderna, que a adequação não é com uma experiência vivencial, mas com um experimento que em si já reflita a teoria. [...]*

*[...] a tecnologia, como simbiose da técnica com a ciência moderna, consistira também num conjunto de atividades humanas, associados a um sistema de símbolos, instrumentos e máquinas visando a construção de obras e a fabricação de produtos, segundo teorias, métodos e processos da ciência moderna. (VARGAS, 1994, p.182)*

Portanto, no caso deste estudo, considera-se técnica como o procedimento empregado numa aula prática, realizada ou não em laboratórios, de Química. Refere-se, assim, a qualquer complexo



de meios padronizados para alcançar um resultado predeterminado.

Nas produções analisadas, que envolveram uma experimentação, percebeu-se que houve um cuidado dos autores em descrever, quase sempre, o procedimento experimental que foi utilizado na sequência de aulas ou atividades programadas, geralmente realizadas em laboratório, para a obtenção de dados da pesquisa realizada. Os excertos mostrados na tabela 5 foram selecionados para exemplificar esta abordagem de tecnologia.

Tabela 5. Perspectiva de tecnologia – procedimental: excertos das produções analisadas.

Produções (Evento/ano)	Excertos
Produção 6 (QNEsc/2012)	<i>“Na aula experimental, os alunos analisam o oxigênio dissolvido em uma amostra de água. Após a prática, discutem os resultados obtidos...”</i> <i>“...optamos por usar as determinações químicas no laboratório da escola...”</i>
Produção 3 (ENEQ/2012)	<i>“Após as aulas os alunos foram levados para o Laboratório de Ciências da escola onde foi realizado um experimento com base no tema.”</i> <i>“A aula experimental iniciou-se com uma pequena discussão gerada a partir de um texto, contido na ficha do experimento, ...”</i>
Produção 10 (ENEQ/2014)	<i>“As frases dos (as) alunos (as) no portfólio e as suas falas retratam que a atividade experimental possibilitou um enriquecimento na aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades...”</i>

Já a subcategoria **implicações no ambiente e/ou na saúde** esteve presente em 21 trabalhos, muitos desses relacionados ao Ensino Médio. Nessa perspectiva leva-se em consideração que o desenvolvimento tecnológico pode trazer implicações positivas e negativas tanto ao meio ambiente, quanto à saúde humana. Com isso, procura-se testar os impactos de determinada tecnologia no ambiente e/ou na saúde humana para verificar se essa tecnologia será ou não socialmente aceitável, tomando o cuidado para não desenvolver uma atitude permissiva frente a um risco de baixo impacto.

A partir das discussões abordadas nos trabalhos relacionados nessa perspectiva, apesar de incipiente e superficial, consegue-se perceber que a tecnologia pode ser vista enquanto sistema que afeta a vida em sociedade. Há uma rejeição à noção de tecnologia neutra e uma defesa à ideia de que a tecnologia é uma estrutura cultural que encarna valores de um grupo social específico (Strieder, 2012).

A tabela 6 mostra, a título de exemplificação, excertos de três produções analisadas, nos quais puderam-se perceber discussões sobre as implicações no ambiente e/ou na saúde.

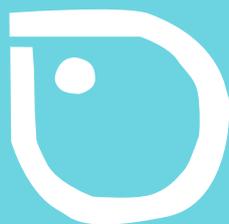


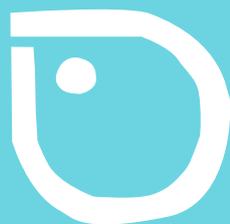
Tabela 6. Perspectiva de tecnologia – implicações no ambiente e/ou na saúde: excertos das produções analisadas.

Produções (Evento/ano)	Excertos
Produção 5 (QNEsc/2012)	<i>“A aula foi finalizada com um debate sobre os benefícios da nanotecnologia... e dos potenciais problemas de ordem ambiental e saúde pública que o acúmulo de nanopartículas poderá causar, originando, dessa forma, a nanopoluição.”</i>
Produção 2 (ENEQ/2010)	<i>“O tema escolhido foi “Alto índice de incidência de casos de câncer na cidade de São Miguel e o uso de agrotóxicos nas lavouras agrícolas”... E durante a graduação um grupo dentre os participantes, já havia notado o abuso de utilização de agrotóxicos em lavouras próximas aos reservatórios de água da cidade.”</i>
Produção 24 (ENEQ/2014)	<i>“... Um limitante que tem sido sinalizado para o processo de dessalinização da água salgada que se trata da demanda de energia necessária que o processo requer...”</i> <i>“...uma informação muito relevante que pode ser fonte de discussão, isto é, 30% dos óbitos de crianças com menos de um ano de vida são causados pela poluição das águas, ou seja, a falta de investimento público em saneamento básico é a responsável direta pela morte de 30% de crianças com menos de um ano de idade em nosso país.”</i>

Por fim, a subcategoria **resgate histórico e/ou aspectos culturais** foi observada em apenas 10 trabalhos, quatro deles relacionados à produção de material didático e os outros seis envolvendo a prática da sala de aula. Em relação aos materiais didáticos, eles foram produzidos a partir de saberes da cultura popular, envolvendo não somente a história da região, mas também a economia local.

Essa abordagem pode contribuir para que o desenvolvimento tecnológico seja entendido como um produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Com isso, para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2009, p. 2), “[...] seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva para as mudanças sociais [...]”. Necessita-se, então, da compreensão desse contexto, para que possa garantir a participação pública e democrática dos cidadãos nas decisões (Pinheiro, Silveira, & Bazzo, 2009).

Sendo assim, esses autores corroboram com as discussões levantadas por Feenberg (2002) e Dagnino (2008), já que, nesse sentido, Feenberg (2002) argumenta que a tecnologia é um produto cultural e que deve ser feita uma crítica que contextualize os objetos-artefatos para os ambientes socioculturais e históricos que os idealizaram para entender a ordem tecnológica e seus desenvolvimentos divergentes. Dagnino (2008), por sua vez, infere que a tecnologia é fruto da interação de distintos grupos sociais, e portanto, encobre uma relação de classes de uma época histórica determinada. Assim, ainda segundo este autor, o desenvolvimento tecnológico promove a inovação social e cultural, envolvendo valores e cultura, com a participação da sociedade nas decisões sobre a ciência e a tecnologia.



Os trechos das produções analisadas, que exemplificam as discussões sobre o desenvolvimento de tecnologias aplicadas pela sociedade com a intenção de transformar a vida dos seus cidadãos, podem ser observados na tabela 7.

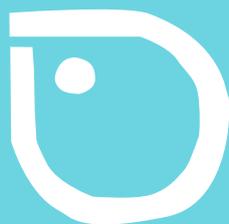
Tabela 7. Perspectiva de tecnologia – resgate histórico e/ou aspectos culturais: excertos das produções analisadas.

Produções (Evento/ano)	Excertos
Produção 2 (QNEsc/2008)	<i>“O material paradidático proposto contém.... uma introdução na qual descrevemos sucintamente a tradição cultural da tecelagem manual realizada a quatro pedais, situando-a na cultura popular e descrevendo suas manifestações...”</i>
Produção 3 (QNEsc/2010)	<i>“... os alunos passaram a fazer associações entre as relações sociais vigentes à época, século XVII, ... concluíram que o conhecimento técnico-científico é uma poderosa arma de inserção e ascensão social, mesmo naquela época, haja vista que aqueles que dominavam a tecnologia de produção de açúcar recebiam um tratamento diferenciado que detinham as terras...”</i>
Produção 6 (ENEQ/2012)	<i>“Os alunos apresentaram a pesquisa bibliográfica realizada por eles, onde pode se destacar a produção do álcool e os aspectos históricos envolvidos nessa produção, os usos e impactos na sociedade...”</i>
Produção 18 (ENEQ/2014)	<i>“Entre os aspectos tecnológicos apresentados podemos destacar as questões históricas da evolução da produção de papel e as diferenças entre processos artesanais e industriais. Também são abordadas ligadas às técnicas atualmente utilizadas, bem como problemas ambientais causados pela produção industrial, caso não se tomem os devidos cuidados com o tratamento de resíduos e rejeitos químicos.”</i>

## Conclusões

Dessa análise, puderam-se reconhecer diferentes abordagens sobre tecnologia presentes nos trabalhos sobre ensino de Química centrados no Enfoque CTS. Constatou-se, também, que prevalecem abordagens menos críticas, voltadas à discussão de procedimentos associados à realização de atividades experimentais. Além disso, tem recebido destaque a discussão de implicações sociais e ambientais atreladas ao uso de aparatos tecnológicos. Por outro lado, discussões mais críticas relacionadas ao assunto, a exemplo das que problematizam o modelo de desenvolvimento vinculado a determinadas tecnologias, têm sido pouco mencionadas nos trabalhos.

Apesar de, no presente período, as pretensões da educação básica estarem longe de uma formação que afaste dos estudantes a possibilidade de encarar a tecnologia de forma crítica e

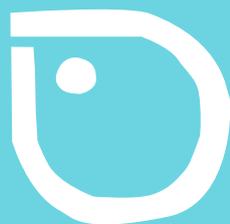


responsável socialmente (Bocheco, 2011), espera-se que este estudo possa contribuir para que, na tríade CTS, o T possa ter uma maior integração com o C e o S da sigla, evitando, assim, uma redução da tecnologia ao *status* de ferramenta e/ou de ciência aplicada.

Diante disso, recomenda-se uma reflexão sobre as práticas educacionais, no sentido de buscar compreender visões de tecnologia perpassadas por elas. Entende-se que, com isso, o trabalho em sala de aula poderá superar a simples reprodução de conteúdos, além de revelar responsabilidades sociais, culturais e políticas nas discussões sobre o desenvolvimento tecnológico, num enfoque CTS.

## Referências

- Auler, D. (2002). *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação e Professores de Ciências*. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC - Faculdade de Educação.
- Bazzo, W. A., Linsingen, I. V., & Pereira, L. T. do V. (2000). O que são e para que servem os estudos CTS. In *Congresso brasileiro de ensino de engenharia, XXVIII COBENGE*. Ouro Preto: ABENGE. Consultado em <http://www.nepet.ufsc.br/Documentos/310.pdf>
- Bocheco, O. (2011). *Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação.
- Brasil. (2002). *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, J. B., & Guerra, C. (2008). Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso Ciência-Tecnologia-Sociedade. *Revista Alexandria de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 27-49.
- Cupani, A. (2004). A Tecnologia como problema filosófico: três enfoques. *Scientiae Studia*, 2(4), 493-518.
- Dagnino, R. (2008). As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(2), 3-36.
- Dusek, V. (2009). *Filosofia da Tecnologia*. São Paulo: Loyola.
- Feenberg, A. (2002). *Transforming Technology: a critical theory revisited*. New York: Oxford University Press.
- Firme, R. N., & Amaral, E. M. R. (2011). Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. *Ciência & Educação*, 17(2), 383-399.
- I. Kawasaki, C., Kato, D. S., Valdanha Neto, D., Souza, J. C. B., Oliveira, L. B., & Matos, M. S. (2009). A pesquisa em Educação Ambiental no ENPECS: contextos educacionais e focos temáticos. In *VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis- SC. Consultado em <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1386.pdf>
- López, J. A. C., Luján, J. L., Martín Gordillo, M., & Osorio, C. (2003). *Introdução aos estudos CTS*



(*Ciência, Tecnologia e Sociedade*). Madrid: OEI.

Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9(2), 191-210.

Moraes, R., & Galiuzzi, M. D. (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, 12(1), 117- 128.

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*, 1(49), 1-14. Consultado em <http://rieoei.org/deloslectores/2846Maciel.pdf>

2. Salem, S. (2012). *Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de Física no Brasil*. Tese de Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências.

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. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, 2(2), 1-23.

Santos, W. L. P., & Schenetzler, R. P. (2010). *Educação em Química. Compromisso com a cidadania* (3.ª Ed.). Ijuí: Ed. Unijuí.

Silva, M. A. F. B., Melo, T. B., Bock, B. S., & Chrispino, A. (2015). A contribuição da construção social da tecnologia para a abordagem CTS: desafios a partir dos resultados PIEARCTS. *INTERACÇÕES* (34), 201-221. Consultado em <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/viewFile/6930/5182>

Strieder, R. B. (2008). *Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: IFUSP.

Strieder, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Física e Faculdade de Educação.

3. Strieder, R. B., & Kawamura, M. R. (2009). Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In *VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis- SC. Consultado em <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/463.pdf>

Vargas, M. (1994). *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Alfa Omega.

Vieira Pinto, A. (2005). *O conceito de tecnologia* (Vol. I). Rio de Janeiro: Contraponto.