

## A EDUCAÇÃO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ENFATIZADA NA TEMÁTICA LIGAÇÕES QUÍMICAS: UMA ANÁLISE EM LIVROS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

Science, Technology and Society Education Emphasized in the Theme Chemical Bond: An Analysis in High School Chemistry Books

### RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar como a Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) está evidenciada na temática Ligações Químicas nos livros didáticos de Química do Ensino Médio. Para a constituição dos dados foram analisados os livros didáticos de Química selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, especificamente nos capítulos de ligações químicas, utilizando como critérios de análise os indicadores do Guia do Livro Didático de Química que fizessem menção aos pressupostos da Educação CTS. Esses pressupostos orientam que o Ensino de Química deve contribuir com a formação de sujeitos críticos, participantes na sociedade, com capacidade para perceber as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, assumindo opiniões diante de questões que exijam compromissos éticos e, assim, sejam capazes de transformar a realidade onde vivem, sendo que estes elementos devem ser evidenciados no livro didático. Os resultados apontam que os livros didáticos analisados possuem uma tendência de ensino tradicional de ciências. Assim, considera-se que o ensino das ligações químicas é estruturado por meio de conteúdos químicos e não tendo por base dos pressupostos CTS. Das seis coleções analisadas, apenas uma apresenta o conteúdo de ligações químicas abordado por meio da Educação CTS.

**Palavras-Chave:** Ligações Químicas 1. CTS 2. Livro Didático 3. PNLD 2018 4.

### ABSTRACT

This research analyses how Science, Technology and Society (STS) Education is evidenced in thematic Chemical Bond in High School Chemistry Textbooks. For the constitution of the data we used the Chemistry Textbooks selected by the "Programa Nacional do Livro Didático" (PNLD) 2018, especially in the chemical bond chapters, were used some indicators of the "Guia do Livro Didático" that made reference to the presupposed of STS Education. From this approach, it is suggested that a Chemistry Teaching should invest in the formation of critical subjects, participants in society, with the ability to perceive STS interactions, taking opinions on issues that require ethical commitments, and thus be able to transform the reality where they live, and these elements must be present in the Textbooks. As result we observed that textbooks tend to traditional science teaching. Thus, we considered that the teaching of Chemical Bonds is structured by chemical content and not by STS perspective content.

**Keywords:** Chemical Bonds 1. STS 2. Textbooks 3. PNLD 2018 4.

**Isis Lidiane Norato de Souza**

[isislidianenorato@gmail.com](mailto:isislidianenorato@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

<http://orcid.org/0000-0002-9461-370X>

**Leonir Lorenzetti**

[leonirlorenzetti22@gmail.com](mailto:leonirlorenzetti22@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

<http://orcid.org/0000-0001-8327-9147>

**Joanez Aparecida Aires**

[joanez.ufpr@gmail.com](mailto:joanez.ufpr@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

<http://orcid.org/0000-0002-2925-0826>



## INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências, especialmente o de Química historicamente apresenta algumas dificuldades, desafios e críticas, pois a química que se ensina em sala de aula prioriza a memorização de fórmulas, teorias descontextualizadas e muitas vezes não apresenta conexão com o cotidiano ou contextos históricos, sociais, éticos, políticos ou econômicos. Além disso, é comum neste ensino, a ideia da ciência como produto pronto e acabado e não como um processo de construção, uma vez que não é ensinado como se chegou ao conhecimento científico em questão (KAVALEK et al., 2015).

Diante deste ensino, os estudantes possuem algumas inquietações, tais como: professor, onde vou usar esse assunto na minha vida? Por que devo estudar Química? Tais situações chegaram a este ponto, pois a Química perdeu um pouco de autonomia ao ser reduzida às ciências físicas e a matemática. Apesar da potencialidade da interdisciplinaridade com a Física e com a Biologia, Kavalek et al. (2015) afirmam que a Química perdeu visibilidade a partir do desenvolvimento da teoria quântica, uma vez que o átomo passou a ser associado com a física e retirado da química.

No entanto, os problemas relacionados ao Ensino de Química acríptico vão além da redução da química à física aplicada. Segundo Gil-Pérez et al. (2001), professores de ciências, até mesmo universitários, possuem uma imagem distorcida sobre a ciência, equivalente a uma imagem popular do trabalho científico. Desse modo, torna-se necessário que o professor entenda como se faz a ciência, quais métodos são utilizados nessa produção, de que maneira os cientistas conseguem convencer ou ainda, quais influências os cientistas tiveram na construção de determinada teoria científica.

Uma abordagem na perspectiva de tornar o ensino de ciências mais próximo da realidade dos estudantes é por meio da Educação CTS. Esta pode ser caracterizada como uma linha de investigação para a educação em ciências e para o Ensino de Química, na qual possui como objetivos relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e com os fenômenos da vida cotidiana; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia, além de trazer compreensão sobre a Natureza da Ciência e do trabalho científico (AULER; BAZZO, 2001).

Dessa maneira, Pinto e Vermelho (2017) afirmam que uma possibilidade de contribuição para a formação crítica dos indivíduos é a utilização da Educação CTS, uma vez que este pode dar ao professor suporte para um ensino de ciência contextualizado e diversificado frente ao ensino tradicional presentes nas escolas. Após um estudo sobre o panorama do Educação CTS no ensino de ciências, Pinto e Vermelho (2017) relatam que a abordagem CTS tem sido bastante explorado na área de Química, o que mostra a necessidade de real mudança para este ensino.

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (PALÁCIOS et al., 2003, p.125).

E é justamente em função do potencial da Educação CTS, em trazer maior significado ao Ensino de Química, que as avaliações do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) consideram essa abordagem como um dos critérios de julgamento dos livros submetidos, pois os conceitos científicos aplicados em sala traduzem a maneira como o professor compreende a Ciência e a Tecnologia. Segundo Auler e Delizoicov (2007), é necessária uma compreensão crítica sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Tendo

como relevância a busca de participação, de democratização das decisões em temas sociais envolvendo a C&T. Nesse sentido, torna-se importante a busca pela superação do modelo de decisões tecnocráticas, a superação da perspectiva salvacionista atribuída à Ciência e a Tecnologia e a superação do determinismo tecnológico. Diante destas necessidades para o Ensino de Ciências, entendemos que um aspecto de grande influência ao trabalho docente é o Livro Didático. Assim, o objetivo nesse artigo é analisar como a Educação CTS está evidenciada na temática Ligações Químicas nos Livros Didáticos de Química do Ensino Médio aprovados pelo PNLD 2018.

## **EDUCAÇÃO CTS E A FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA**

Um dos objetivos da Educação básica consiste em preparar os(as) alunos(as) para o exercício consciente da cidadania, de modo a se tornarem indivíduos críticos e participativos na sociedade. Nesse sentido, autores como Auler e Bazzo (2001) afirmam que a integração entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade no Ensino de Ciências representam uma tentativa de formar cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente, para que sejam capazes de tomar decisões responsáveis na vida cotidiana.

Nesse sentido, o papel do educador é catalisar a formação crítica e cidadã dos educandos. Quanto a formação para a cidadania, cabe o despertar do senso crítico para que o estudante, ao estar exposto a uma situação problema consiga sair da cultura do silêncio para se inserir numa cultura de participação (SANTOS; MORTIMER, 2000, CENTA; MUENCHEN, 2016).

A cultura do silêncio pode ser caracterizada como a ausência de participação da sociedade em processos decisórios. “Esses sujeitos estão imersos na ‘cultura do silêncio’ e a educação em ciências tem como objetivo ampliar os mecanismos de participação, auxiliando, assim, para um despertar, para uma cultura de participação” (CENTA; MUENCHEN, 2016, p. 267).

De acordo com Auler e Bazzo (2001), a participação da sociedade em questões nacionais sempre foi deficitária. Os motivos da sociedade brasileira não participar de decisões quanto à Ciência e Tecnologia (C&T) podem ser explicados por razões históricas. Como exemplo, o Brasil não presenciou um crescimento científico e tecnológico próprio, visto seu passado colonial. Desse modo, não houve evolução em C&T. Até o século XVIII, o modelo agroexportador predominava na economia brasileira e havia o regime escravocrata, fatos que não favoreceram o desenvolvimento tecnológico. Essa situação se estendeu até o século XIX, na qual a monarquia brasileira estava satisfeita com sua condição de país primário exportador. Os investimentos em C&T, por sua vez ocorriam à maneira do “imediatismo”. Assim, “a ciência entra muito tardiamente no Brasil” (AULER; BAZZO, 2001, p. 4).

Outras dificuldades para a Educação CTS encontram-se na falta de diálogos entre o governo e a comunidade científica. Conforme Auler e Bazzo (2001), a C&T nunca foram prioridade nas políticas adotadas ao longo da história do país, as quais sempre priorizaram atender ao imediatismo e a cultura retórico-literárias, vinculados ao colonialismo.

De acordo com Pinhão e Martins (2016), diferentes planos de governo produzem discursos sobre a Educação e Ciência a partir de perspectivas particulares. Como exemplo, na década de 1930, o modelo de formação de cidadania e tomada de decisão estavam alinhados à política tecnicista, na qual a racionalidade técnica e científica, primordialmente neutras, orientavam a política, pois se buscava a ‘modernização’. Atualmente, temos no país uma organização política neoliberal, estruturada desde governo FHC e que segundo Pinhão e Martins (2016) não foi superado pelo governo Lula/Dilma. Para além, nos últimos dois anos, foi muito agravado no governo Bolsonaro. A perspectiva de um governo neoliberal é a redução do tamanho do Estado em todos os seus níveis e esferas, com a premissa de torná-lo mais ágil e menos corrupto. Todavia, a maior parte das pesquisas realizadas no país

ocorrem por meio das universidades públicas, as quais receberam cortes orçamentários significativos por parte do Estado nos últimos dois anos, além de ataques para desmoralizar todo trabalho produzido nas esferas científicas e intelectuais.

Diante de tais situações, ocorre na sociedade a desconfiança em relação à pesquisa científica e tecnológica nacional. Para além, ocorre o descaso tradicional dos políticos com relação às possíveis contribuições sociais da ciência. Assim, nem a ciência nem a Tecnologia estão integradas às instituições sociais, econômicas e culturais brasileiras (AULER; BAZZO, 2001).

Hoje no Brasil, a ciência encontra dificuldades diante de movimentos anticientíficos que a negam como área de conhecimento, tais como as ideias terraplanistas, antivacinas etc. Este panorama traz mais respaldo sobre o porquê ensinar ciências nos dias atuais pois, a ciência é uma construção humana e revela nosso empreendimento em compreender o espaço e o tempo em que vivemos, bem como o modo racional de construir entendimento sobre fenômenos da natureza. Nesse sentido, a Educação CTS possibilita verificar os problemas de ocorrência do dia a dia a fim de minimizá-los. Desse modo, a ciência não pode dizer como o sujeito deve agir, todavia esta dá suporte para que o indivíduo possa resolver uma situação e tomar decisões. Por exemplo, entender como as vacinas funcionam, prevenir uma doença por meio da vacinação, desenvolver argumentos para defender ações de prevenções à saúde pública ou ainda, seguir o isolamento social em período de pandemia (SASSERON, 2015).

Auler e Delizoicov (2006) consideram que a busca pela participação e democratização das decisões em temáticas sociais envolvendo C&T está vinculada à educação problematizadora (FREIRE, 1987). Nesse contexto, alfabetizar científica e tecnologicamente pode propiciar, além da leitura da palavra, a leitura do mundo. Tendo por base esta alfabetização, os sujeitos deixam de ser objetos e passam a ser sujeitos históricos. Para tanto, torna-se necessária uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, uma vez que a dinâmica social contemporânea está marcada pela presença de Ciência e Tecnologia.

Alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciências e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo. Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, com a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas. Essa tem sido a principal proposição dos currículos com ênfase em CTS (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 112).

Todavia, para Auler e Delizoicov (2006) a compreensão de professores sobre as interações CTS tem sido um dos pontos que tem dificultado inserção da Educação CTS no Ensino de Ciências. Como exemplo, as principais concepções de professores sobre CTS são: imagem da tecnologia como mera aplicação da ciência e, portanto inferior à ciência; a tecnologia como artefato, com objetivo de melhorar a qualidade de vida da população, bem como a visão tecnocrática, na qual os *experts*, especialistas e técnicos, são os mais indicados para solucionar os problemas sociais, pois possuem conhecimentos de C&T, além de serem considerados ideologicamente neutros (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Quanto à Ciência, as concepções de muito professores se aproximam de uma imagem empirista, cumulativa, linear progressista, sem influências de aspectos externos, como os históricos, sociológicos etc. Por meio de tais concepções, o papel da tecnologia é visto como a produção do bem-estar social. Neste sentido, o desenvolvimento científico promove o desenvolvimento tecnológico, que por sua vez promoverá o desenvolvimento econômico e por fim, o desenvolvimento social, sugerindo o modelo linear de progresso (AULER; DELIZOICOV, 2006).

Na concepção tradicional de progresso, aquela do modelo linear, a inovação

tecnológica é a principal razão da mudança social. Segundo Auler e Delizoicov (2001), o determinismo tecnológico traz uma aceitação passiva da sociedade diante do “progresso” ou dos artefatos tecnológicos sem, no entanto, realizar reflexões críticas dos aspectos positivos e/ou negativos desses artefatos. Portanto, para Auler e Delizoicov (2001) a ideia de neutralidade da CT levam aos três mitos: a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectivas salvacionistas da CT e o determinismo tecnológico.

Dessa maneira, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) argumentam que é necessário incorporar a C&T com questões sociais, éticas e políticas. Assim, não podemos confiar excessivamente na ciência e na tecnologia, pois atrás de grandes promessas de avanços tecnológicos escondem-se lucros e interesses das classes dominantes. Nesse sentido, é necessário avaliação crítica e reflexiva sobre a relação científico-tecnológica e a sociedade, bem como participar das decisões que venham a atingir o meio ambiente, avaliando os impactos ambientais das aplicações da ciência e da tecnologia.

Nesse contexto, a educação tecnológica possibilita compreensão da dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto nos antecedentes sociais, quanto nas consequências sociais e ambientais. Sendo necessário discutir com os estudantes os avanços da C&T, suas causas, consequências, interesses econômicos, de maneira contextualizada (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

[...] as tecnologias atualmente geradas fazem parte de um paradigma do sistema que se originou nos países desenvolvidos e que não é adequado para os países em desenvolvimento. Quando geram-se tecnologias apropriadas para suprir as demandas locais, no caso, nos países da América Latina, além de contribuir para a construção de um novo paradigma de sistema adequado às necessidades e às condições de sociedades em desenvolvimento, ainda pressupõe-se a participação local na definição de um conjunto de requisitos e restrições que a tecnologia tem de satisfazer adequadas para a demanda local (CENTA; MUENCHEN, 2016, p. 268).

A sociedade moderna começou a confiar na ciência e na tecnologia como alguém que confia em uma divindade, traduzindo a fé no progresso científico e tecnológico. Neste sentido, o cientificismo e a supervalorização da ciência têm gerado uma crença de que esta é a salvação da humanidade. Outro problema do mundo atual é o incentivo desenfreado ao consumo, onde as propagandas possuem como premissa não se basear na necessidade humana para desenvolver recursos tecnológicos e/ou científicos, mas sim incentivar a população a uma necessidade que primeiramente não possuía (SANTOS; MORTIMER, 2000).

As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, o seu valor econômico, as questões éticas relacionadas a sua produção e comercialização (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 115).

Assim, presume-se que um cidadão crítico possa refletir sobre determinado produto antes de consumi-lo, levando em consideração os processos de produção, como exemplo: se houve mão de obra escrava, infantil ou de ordem desumana, além de observar no descarte se o produto vai gerar impactos negativos ao ambiente. Nesse sentido, Santos e Mortimer (2000) consideram que tais medidas simbolizam tomar consciência sobre o consumo, para

além da aparência estética e qualidade do produto.

Diante destas premissas, Santos e Mortimer (2000) afirmam que um currículo com ênfase em CTS adota um modelo de ciência em seu contexto social, isto é, valoriza as inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas de ordem social. Assim, tais currículos devem apresentar a função da ciência em relação à tecnologia e ao meio ambiente, aplicação na sociedade como a solução de problemas e tomadas de decisões, compreensões da base científica e tecnológica para tomada de decisão do educando e principalmente, o professor tem como papel conectar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Segundo Santos e Mortimer (2000), o currículo com base em CTS orienta os conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social, além de ampliar os processos de investigação de maneira a incluir a tomada de decisão e implementação no sistema escolar. A CTS pode ser caracterizada como o ensino do conteúdo científico no contexto tecnológico e social do meio em que o aluno vive, associando ainda, suas experiências cotidianas. Desta maneira, a proposta curricular corresponderia a integração entre educação científica, tecnológica e social com os aspectos históricos, éticos, políticos, culturais e socioeconômicos.

A Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode ser definida como um campo de trabalho acadêmico, cujo objetivos são os aspectos sociais da ciência e da tecnologia. Assim, incluem-se a interdisciplinaridade na educação científica, em que se integra com os aspectos econômicos, éticos, sociais e políticos (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003). Como exemplo, Centa e Muenchen (2016) realizaram um estudo da realidade em uma escola na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, para se chegar ao tema gerador intitulado “Arroio Cadena: cartão postal de Santa Maria?”. A maior dificuldade neste estudo foi relacionar os temas aos conteúdos científicos, bem como reconhecer esses temas como problema social. Todavia, pode ser relacionado o tema gerador as disciplinas científicas (Química, Física e Biologia). O trabalho com temas geradores e os temas sociais da Educação CTS tem como um dos objetivos potencializar no educando, a cultura de participação e, como consequência buscar a transformação social.

O objetivo central da educação de CTS no Ensino Médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 114).

De acordo com Santos e Mortimer (2000), os sentidos de valores são os relacionados aos interesses coletivos, tais como a solidariedade, compromisso social, respeito ao próximo, generosidade. Buscando-se, dessa maneira, a formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sociedade onde vivem.

A aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos enfatizaria aspectos relacionados ao interesse pessoal, à preocupação cívica e às perspectivas culturais. Os processos de investigação científica e tecnológica propiciariam a participação ativa dos alunos na obtenção de informações, solução de problemas e tomada de decisão (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 115).

Desse modo, Santos e Mortimer (2000) enfatizam a necessidade de serem discutidos nos currículos as questões históricas, filosóficas e sociológicas da ciência. Os currículos de CTS podem apontar para o caráter provisório das teorias científicas; mostrar as divergências

de opiniões entre cientistas, abrindo a possibilidade de relembrar que o conhecimento científico não é pronto, mas sim construído ao longo de um percurso histórico, associado ao contexto econômico, político, cultural. Além dos currículos é fundamental que a Educação CTS também esteja presente nos livros didáticos, considerando o recurso didático mais utilizados pelos professores.

A compreensão da Natureza da Ciência (NdC) é fundamental para que o estudante possa associar os conhecimentos científicos com suas implicações sociais. Dessa maneira, qualquer proposta que incorpore a Educação CTS precisa estar atrelado aos aspectos filosóficos, históricos e sociológicos da ciência. Referem-se aos contextos filosóficos da ciência, os aspectos estéticos do trabalho científico, o impacto da construção do conhecimento científico sobre a sociedade e a responsabilidade dos cientistas. Diante dos aspectos sociológicos, cabe as discussões sobre as influências da ciência e tecnologia na sociedade, bem como as possibilidades de ambas reconhecerem os problemas de ordem social. No contexto histórico relaciona-se a influência da atividade científica e tecnológica ao longo da história, além dos efeitos históricos no desenvolvimento da ciência e tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2000).

A Natureza da Ciência (NdC) pode ser definida com um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Nesta, há relações de fatores internos, relacionados ao modo de produção de teoria científica, como o método científico ou a relação entre o experimento e a teoria. De outro modo, há os fatores externos às ciências, como os aspectos sociais, culturais, religiosos e políticos que exercem influências na ciência (MOURA, 2014).

Um ensino tendo por base a compreensão da Natureza da Ciência, conforme Moura (2014), apresenta não apenas os conceitos científicos, mas também aspectos sobre a Ciência. Destaca-se os estudos historiográficos com elementos que subsidiam discussão em torno da gênese do conhecimento científico, além dos fatores internos e externos que a influenciam.

[...] falar sobre NdC é relacionar o conhecimento científico com o contexto no qual ele é produzido. A ciência não está enclausurada em uma bolha, invulnerável aos acontecimentos ao redor. O conhecimento científico é obra humana, e como homens pertencentes a uma sociedade – com seus modelos culturais, políticos, históricos, econômicos etc.-, eles trazem à Ciência suas concepções, crenças e anseios. Portanto, falar de natureza da ciência aparentemente deve envolver o esclarecimento de sua indissociabilidade do mundo e da humanidade, de sua mutabilidade- assim como a dos homens-, de seus limites de validade. Exemplos da História e da Filosofia da Ciência não faltam nesse sentido (MOURA, 2014, p. 37).

De acordo com Gil-Pérez et al. (2001), o não entendimento sobre a NdC gera visões pouco elaboradas sobre o trabalho científico. Tais visões se associam as concepções positivista de ciência, aquelas centradas no método científico que delimita a ciência da não ciência. Assim, Gil-Pérez et al. (2001) afirmam que questionar sobre concepções e práticas pedagógicas desenvolvidas de maneira acrítica e ahistórica pode aproximar os professores de concepções epistemológicas mais coerentes, refletindo em impactos positivos para o ensino.

As sete visões distorcidas sobre o trabalho científico são (i) “concepção empírico-indutivista”, nesta é considerada o papel neutro da observação; (ii) “visão rígida (algoritmia, exata e infalível)”, destaca-se o rigor do método científico e o caráter exato dos resultados empíricos; (iii) “visão aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada)”, sem levar em consideração os contextos externos à ciência; (iv) “visão exclusivamente analítica”, aqui se esquecem a unificação e ocorre a divisão parcelar e fragmentada das disciplinas; (v) “visão

acumulativa de crescimento linear”, ignorando as crises e remodelações da ciência; (vi) “visão individualista e elitista”, acredita-se no trabalho isolado do cientista, dando a entender que existem ‘pais’ na ciência, os quais realizam descobertas científicas; (vii) “imagem descontextualizada”, socialmente neutra da ciência, esquecendo-se das interações CTS (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Na perspectiva de construir características mais reais sobre a ciência, Moura (2014, p. 34-35) traz cinco aspectos consensuais da NdC: (i) “A ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos do mundo naturais); (ii) “Não existe um método científico universal”, as metodologias podem ser variadas, assim como os resultados; (iii) “A teoria não é consequência da observação/experimento”, do contrário seria uma noção superficial do processo de construção do conhecimento científico; (iv) “a ciência é influenciada pelo contexto social, cultural etc.”, remete a não neutralidade da ciência ou do cientista) e (v) “os cientistas usam imaginação, crenças pessoais para fazer ciências”.

Para além dos aspectos de concepções, a NdC é importante para inserção da História e Filosofia da Ciência. Assim, se faz necessário discussões na formação inicial de professores, pois é neste momento que o futuro docente tem contato com diferentes abordagens de ensino e de reflexões sobre o que ensinar, como ensinar e por que ensinar, e mais, quais as visões devem ser mediatizadas aos estudantes a respeito da ciência (SCHNETZLER, 2002).

De acordo com Silva, Viana e Justina (2016), as evidências que favorecem a utilização da História da Ciência no Ensino são devidas as possibilidades de humanizar às ciências, dando significado ao mar de insignificações das ciências exatas e abstratas, promover a compreensão do processo de construção do conhecimento científico e de que a ciência é mutável, sujeita as transformações com o passar dos anos (MATTHEWS, 1995).

A história da ciência é a forma mais adequada de se entender a NdC com intuito de se alcançar a alfabetização científica, conforme Silva, Viana e Justina (2016). A maneira como a concepção da ciência é apresentada nos Livros Didáticos, como produto acabado e não histórico, pode resultar em estudantes acríticos e depositários de informações. No entanto, os fatores de contribuições da história da ciência são muitos, tais como: desmistificar as visões distorcidas sobre a ciência, mostrar a não linearidade na construção do conhecimento científico, expor a não neutralidade da ciência ou de cientistas, bem como as influencias dos fatores externalistas. Além disso, a história da ciência revela os erros, os acertos, as idas e vindas no processo de construção dos conhecimentos científicos.

[...] com o entendimento de como se deu a construção de determinado conhecimento, os alunos podem perceber que a ciência é elaborada a partir de fenômenos naturais e objetos culturais criados historicamente pelos homens (seres sociais) que modificam a sua forma de pensar e de comportamento e assim, os constituem, na dependência do momento histórico e cultural no qual o cientista está inserido quando desenvolveu este conhecimento (SILVA; VIANA, 2016, p. 143).

Para Matthews (1995), a história promove melhor compreensão dos conceitos e método científicos, é valiosa por apresentar episódios importantes da sociedade e da cultura e contrapõem-se ao cientificismo e ao dogmatismo que são comumente encontrados em aulas de ciências.

O estudo de Domiciano (2019) identificou os princípios da Educação CTS presentes no Curso de Licenciatura em Ciências – Setor Litoral da Universidade Federal do Paraná, incluindo a contextualização, problematização, interdisciplinaridade, dialogicidade, natureza da Ciência, natureza da tecnologia, tomada de decisão, humanização e cultura de participação. Assim, compreendemos que de alguma forma esses elementos deveriam estar presentes nos livros didáticos de química.

Partindo-se dos pressupostos do enfoque CTS, esta pesquisa teve como objetivo analisar como a Educação CTS está evidenciada nos capítulos sobre Ligações Químicas nos Livros Didáticos de Química selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2018.

## CAMINHOS DA PESQUISA

A presente pesquisa possui abordagem de natureza qualitativa, do tipo documental (SEVERINO, 2007). Os documentos de análise corresponderam aos Livros Didáticos (LD) de Química para o Ensino Médio, selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, além do Guia de Livros Didáticos para a disciplina de Química<sup>1</sup> (BRASIL, 2017).

Para tais análises, utilizamos essencialmente os pressupostos da Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que têm como finalidade proporcionar o desenvolvimento de valores e capacidades para a formação de cidadãos reflexivos para que possam participar de tomadas de decisões na sociedade quando houver assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Neste sentido, buscamos identificar nos Livros Didáticos como ocorre as inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, na temática Ligações Químicas. Assim, consideramos como elementos dos pressupostos teóricos da educação CTS: a presença de *contextualização*, cuja premissa é trazer aproximação com a realidade do aluno, com a intenção de dar sentido e significado ao conteúdo científico trabalhado; a *problematização*, na qual capacita o educando para o diálogo, cultura de participação e tomada de decisão para soluções de problemas; a compreensão da *dimensão social na Ciência e Tecnologia*, a existência de *interdisciplinaridade* na educação científica e tecnológica, pois tradicionalmente esta costuma ser disciplinar e fragmentada, e, o *ensino por investigação*, no qual possibilita ao estudante papel intelectual e ativo para a solução de problemas, aprendizagem para além dos conteúdos conceituais e para a mudança social (FREIRE, 1987, SANTOS; MORTIMER, 2000, DOMICIANO, 2019, SASSERON, 2018).

Ademais, compreender como a ciência é estruturada, como se aplica na sociedade, como os cientistas elaboram uma teoria científica, qual(is) método(s) estes utilizam, qual o processo histórico na construção do conhecimento científico, caracterizam também um elemento da educação CTS dito como *Natureza da Ciência* (MOURA, 2014).

Desse modo, selecionamos os indicadores do Guia de Livros Didáticos de Química que se aproximam destes elementos. Os Blocos 04 e 05 do Guia apresentaram os critérios de análise para este estudo, cujos indicadores referem-se ao conhecimento químico e aos pressupostos teórico-metodológicos, respectivamente. Para o Bloco 04, foram considerados seis indicadores, os quais se referem à coerência do conhecimento químico presente em cada obra analisada, conforme apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1: Indicadores do Guia do Livro Didático de Química referente ao Bloco 04.**

<b>Bloco 04</b>	<b>Indicadores que demonstram o critério “coerência da obra com o conhecimento químico” (BRASIL, 2017, p. 17)</b>
4.1.1	Situa os conceitos químicos em diferentes contextos e/ou situações da vivência cotidiana.
4.1.2	Articula os códigos da Química com o campo teórico e com o campo empírico dos fenômenos.
4.1.3	Apresenta a Química como ciência de natureza humana marcada pelo caráter provisório, enfatizando as limitações de cada modelo explicativo, por meio da exposição de suas diferentes possibilidades de aplicação.

<sup>1</sup> Link de acesso disponível em: < <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/guia-do-livro-didatico/item/11148-guia-pnld-2018>>. Acesso em 06 maio 2020.

4.1.4	Aborda a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta não somente situações e conceitos que envolvam as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas, também, os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho.
4.1.5	Apresenta o conhecimento químico de forma contextualizada, considerando dimensões sociais, econômicas e culturais, da vida humana em detrimento de visões simplistas acerca do cotidiano estritamente voltadas à menção de exemplos ilustrativos genéricos que não podem ser considerados significativos enquanto vivência.
4.1.7	Articula os conteúdos com outros componentes curriculares, tanto na área das Ciências da Natureza quanto com outras áreas, marcando uma perspectiva interdisciplinar na proposição de temas, de questões de estudos e de atividades.

Fonte: BRASIL (2017, p. 17).

Em 4.1.1 identificamos a presença do elemento *contextualização*. Já no item 4.1.2, compreendemos a presença de fatores internos na produção da ciência, tais como teoria e experimento. Em 4.1.3 é apresentado o critério de caráter provisório da ciência e limitações dos modelos explicativos, ambos caracterizando o elemento *Natureza da Ciência*. Por sua vez, no indicador 4.1.4 há indicações de interações da Ciência e Tecnologia com o meio ambiente e Sociedade, ou seja, *dimensões ambiental e social na Ciência e Tecnologia*. Em 4.1.5 encontramos os elementos de *contextualização, problematização e dialogicidade*. Por fim, em 4.1.7 há o elemento de *interdisciplinaridade* e propostas de temas.

Para o Bloco 05, os dois indicadores sugerem pressupostos teórico-metodológicos do Ensino de Química, com aspectos gerais para análise. Como exemplo, o indicador 5.1.1 contempla a abordagem CTSA como um todo, além da história da ciência e experimentação que podem ser encaixadas ao elemento *Natureza da Ciência*. Já o critério 5.1.12 sugere os elementos de contextualização, problematização, dialogicidade, interações CTS, interdisciplinaridade, investigação. Tais indicadores são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2: Indicadores do Guia do Livro Didático de Química referente ao Bloco 05**

Bloco 05	Indicadores que demonstrem o critério “Pressupostos teórico-metodológicos do Ensino de Química (BRASIL, 2017, p. 18)
5.1.1	Contempla a abrangência teórico-conceitual da Química (história da ciência, CTSA, experimentação etc.).
5.1.12	Favorece a apresentação de situações-problema que fomentem a compreensão dos fenômenos, bem como a construção de argumentações que favoreçam tomadas de decisão no exercício da cidadania.

Fonte: BRASIL (2017, p. 18).

Após a seleção dos indicadores do Guia que atenderam aos pressupostos da Educação CTS, julgados importantes para esta pesquisa, partiu-se para a análise individual de cada indicador nos Livros Didáticos. Para cada um dos indicadores apresentados nos Quadros 1 e 2, foram utilizadas as classificações *de atende, atende parcialmente* ou *não atende*.

Neste processo de análise, buscamos responder as seguintes questões, referentes à tríade CTS: (i) “há perguntas reflexivas para tomada de decisão ou solução de problemas ao longo da seção ou capítulo?”, pois este aspecto pode ser um indicativo de que a abordagem CTS esteja contemplada naquela obra; (ii) “há propostas de inter-relações da tríade CTS (Ciência e Sociedade, Tecnologia e Sociedade, Ciência e Tecnologia ou Ciência, Tecnologia e Sociedade)?” (iii) “há vínculos com os aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos?” (iv) “há contextos sociais e/ou ambientais?” (v) “há trabalho com temas” como água, saúde, alimentos, recursos minerais, energia nuclear etc.<sup>2</sup> (SANTOS;

<sup>2</sup> Link de acesso ao vídeo *Ensino de Ciências sob abordagem CTS*, com sugestões práticas para Educação CTS. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UT1SsAwe0kU&t=708s>>. Acesso em 06 maio 2020.

MORTIMER, 2000).

Com relação à Natureza da Ciência, contemplada nos indicadores 4.1.2 e 4.1.3, utilizamos as seguintes questões para análise dos indicadores propostos: i) Demonstra que a observação e experimento orientam-se pela teoria? ii) Há experimentos nesta temática? iii) Há menção do método científico? iv) Apresenta a ciência como uma tentativa humana para explicar os fenômenos naturais? v) Apresenta divergência de ideias, debates ou controvérsias? vi) Há menção sobre a história da química, referente a construção dos conceitos da ligação química?

Como a pesquisa envolveu a temática “Ligações Químicas”, assunto do primeiro ano do Ensino Médio, as obras analisadas corresponderam ao volume um de cada coleção. Todas as seis coleções selecionadas pelo PNLD 2018 foram analisadas, conforme a identificação dos livros analisados, descrita no Quadro 3.

**Quadro 3: Identificação dos Livros Didáticos de Química analisados.**

Livro Didático (LD)	Referência Bibliográfica dos Livros Didáticos
LD1	FONSECA, M. R. M. Química. v.1. 1 ed. São Paulo: Ática, 2016.
LD2	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química. v. 1. 3 ed. São Paulo: Scipione, 2016.
LD3	LISBOA, J. C. F.; et. al. Ser Protagonista: química. v.1. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
LD4	NOVAIS, V.; TISSONI, M.; et. al. Vivá: química. v.1. 1 ed. Curitiba: Positivo, 2016.
LD5	CISCATO, C. A. M.; et. al. Química. v.1. 1 ed. São Paulo: Moderna, 2016.
LD6	SANTOS, W. L. P.; et. al. Química cidadã. v. 1. 3 ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.

Fonte: OS AUTORES (2020).

Para identificar como estava sendo abordada a Educação CTS no Livros Didáticos, foi utilizada a classificação de currículo CTS proposta por Aikenhead (1994). De acordo com Santos e Mortimer (2000), Aikenhead (1994) classificou oito categorias para analisar como ocorre a proporção de conteúdo de CTS e o conteúdo puro de ciências no contexto escolar, sendo a categoria ‘1’ a que menos contempla elementos CTS e a categoria ‘8’ a que mais contempla elementos CTS.

Segundo Domiciano (2019), Aikenhead (1994) classifica as categorias de 1 a 3 como ensino tradicional de ciências e os elementos de conteúdo CTS aparecem como motivacionais. Já as categorias de 4 a 8, classificam o ensino mais respaldado no enfoque CTS e surgem relações de problemas para tomada de decisão.

Na categoria 1 até a 4 ocorre a estruturação por meio de conteúdo de ciências naturais e a partir da categoria 5 os conteúdos CTS são dominantes. A categoria um caracteriza o conteúdo CTS como elemento de motivação, definindo-se como o ensino tradicional de ciências acompanhado de conteúdos de CTS com intuito de tornar as aulas mais interessantes. A categoria dois possui como característica incorporar o conteúdo de CTS ao conteúdo programático, trata-se de ensino tradicional de ciências acrescidos de pequenos estudos CTS como apêndices. Na categoria três, há incorporação sistemática do conteúdo CTS ao conteúdo programático. Neste, ocorre o ensino tradicional de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo CTS. Já a categoria quatro é qualificada como disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS, nestas são utilizados temas de CTS para organizar o conteúdo de

ciências. A partir da categoria cinco, o conteúdo CTS possui prioridade na estrutura de ensino (AIKENHEAD, 1994). Tais categorias estão descritas no Quadro 4.

**Quadro 4: Classificação de Ensino CTS.**

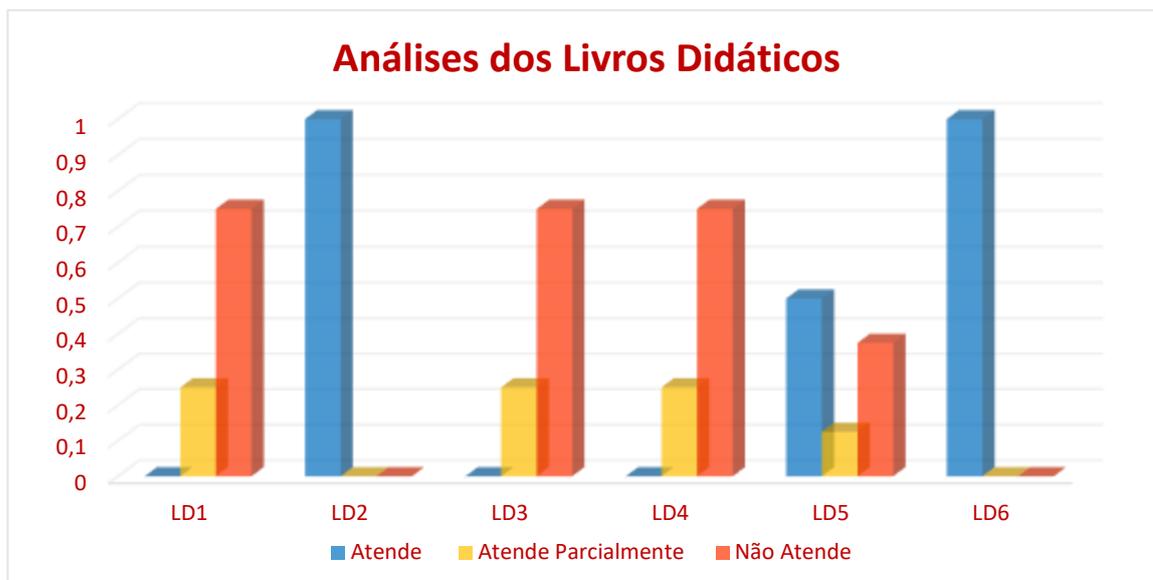
<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>
1. Conteúdo CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina científica (Química, Física, Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita a partir de uma disciplina...
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo dito pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: AIKENHEAD (1994), traduzido por SANTOS; MORTIMER (2000, p. 124-125).

## RESULTADO E DISCUSSÕES

As análises dos livros didáticos referentes aos oito indicadores escolhidos no Guia do Livro Didático estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Análise dos indicadores do Guia do Livro Didático de Química.



Fonte: OS AUTORES (2020).

Os principais resultados apresentados na Figura 1 mostram que metade das coleções não atenderam aos indicadores propostos de maneira integral, apresentando atendimento parcial apenas nos itens 4.1.1 e 5.1.1.

Tais indicadores abordam como elemento de Educação CTS a contextualização com aplicações químicas na vivência cotidiana e a CTSA nos aspectos gerais, respectivamente. Entretanto, compreendemos que contextualizar é trazer sentido, significado aos conceitos científicos estudados (SANTOS; MORTIMER, 2000, WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Mencionar que vinagre é ácido acético, por exemplo, é uma maneira reducionista da contextualização, enquadrando-se mais numa exemplificação com intuito de tornar as aulas de química mais motivadoras.

Desse modo, os livros didáticos LD1, LD3 e LD4 atenderam parcialmente aos critérios mencionados, pois apresentaram em suas obras características de contextualização como forma motivacional para os estudos dos conteúdos químicos. É comum nestes livros a apresentação dos produtos finais da química, ao invés dos processos de construção dos conhecimentos químicos, e ocorre geralmente, a presença de abordagem CTS em quadros específicos, isolados e separados do corpo de textos. No entanto, quando os critérios do Guia se referem aos fatores com maior profundidade em processos de construção humana, envolvendo o conhecimento químico com aspectos históricos, sociais, culturais, estes livros já não atendem aos indicadores propostos (BRASIL, 2017).

Nesse sentido, Santos e Mortimer (2000) sugerem que pode haver abordagens CTS 'maquiadas', como as que se apresentam por meio de exemplificações dos produtos químicos em situações de vivência cotidiana, mas não há uma contextualização envolvendo novo significado ao conteúdo escolar. Tampouco, houve presença dos demais elementos da Educação CTS como problematização, dialogicidade, dimensões sociais e ambientais da Ciência e Tecnologia etc.

O livro didático LD5 atendeu a metade dos indicadores analisados de maneira integral e recebeu um atendimento parcial referente ao critério 4.1.3. Tal livro traz um experimento logo no início do capítulo sobre ligações químicas com propósito de analisar as propriedades físicas das substâncias para explicar seu comportamento, estratégia similar a utilizada em LD2 e LD6. Todavia, não ocorre profundidade nos conteúdos de CTS em sua abordagem. Em relação a Natureza da Ciência, como o indicador 4.1.3, LD5 apresenta a natureza humana

da ciência ao citar cientistas que trabalharam no contexto da ligação química, mas não aparece a ideia de caráter provisório da ciência e tampouco o processo de construção dos conceitos relacionados à ligação química. Já os livros LD2 e LD6 atenderam a todos os critérios para CTS questionados pelo Guia do Livro Didático, o que mostra maior compreensão da complexidade das interações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Para exemplificar, as questões seguindo critérios da Educação CTS que auxiliaram no processo de análises dos indicadores 4.1.1, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.7, 5.1.1 e 5.1.12 são apresentadas no Quadro 5.

**Quadro 5: Análises de Livros Didáticos de Química seguindo critérios da educação CTS**

<b>Critério</b>	<b>LD1</b>	<b>LD2</b>	<b>LD3</b>	<b>LD4</b>	<b>LD5</b>	<b>LD6</b>
Há perguntas reflexivas?	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Há interações CTS?	Não	Sim	Parcial	Não	Não	Sim
Há aspectos históricos?	Parcial	Sim	Parcial	Parcial	Parcial	Sim
Há contextos sociais ou ambientais?	Não	Sim	Não	Parcial	Não	Sim
Há propostas de temas?	Sim	Sim	Não	Não	Parcial	Sim

Fonte: OS AUTORES (2020).

Já questões sobre a Natureza da Ciência que auxiliaram no processo de análise dos indicadores 4.1.2 e 4.1.3 são apresentadas no Quadro 6.

**Quadro 6: Análises de Livros Didáticos de Química referente à Natureza da Ciência**

<b>Critério</b>	<b>LD1</b>	<b>LD2</b>	<b>LD3</b>	<b>LD4</b>	<b>LD5</b>	<b>LD6</b>
Demonstra que a observação e experimento orientam-se pela teoria?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Apresenta experimento nesta temática?	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Faz menção ao método científico?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Apresenta a ciência como uma tentativa humana para explicar os fenômenos naturais?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Apresenta divergência de ideias, debates e controvérsias?	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
Há menção da história da química como processo de construção dos conceitos da ligação química?	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim

Fonte: OS AUTORES (2020).

Seguindo a classificação de Aikenhead (1994), identificamos que no contexto brasileiro ocorre uma preferência pelo ensino tradicional de ciências. Desse modo, os livros didáticos aqui analisados receberam classificação que se encaixam entre as categorias 1 a 4.

As obras LD1, LD3 e LD4 priorizam o conteúdo químico e utilizam a Educação CTS como motivacional e de exemplificação de usos rotineiros no dia a dia, mesmo que apareçam seções de CTS ao longo do capítulo, estas não foram identificadas como pequenos estudos de CTS, vinculados aos tópicos da ciência. Deste modo, considera-se que tais obras podem ser classificadas como categoria nível 1 (AIKENHEAD, 1994), “conteúdo de CTS como elemento de motivação”. Assim, possui como característica o “Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes” (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 124).

O LD1 apresenta riqueza de conhecimentos químicos, porém estes não estão

vinculados a contextualização, a problematização, a dialogicidade, tampouco são articuladas inter-relações CTS (FREIRE, 1987, SANTOS; MORTIMER, 2000, DOMICIANO, 2019). De mesma forma não há interdisciplinaridade, pois os conteúdos de química são fragmentados. Como exemplo, na abertura da seção “Ligações covalentes e forças intermoleculares” há uma notícia de circulação da mídia sobre poluição atmosférica de interiores, entretanto tal contexto é apresentado isolado do conteúdo químico. Na página seguinte, inicia-se o conhecimento químico sem articulação das inter-relações CTS.

A obra LD1 apresenta os conteúdos de ligações químicas separados em três capítulos; sendo o primeiro sobre ligações covalentes, forças intermoleculares e propriedades dos compostos covalentes. No segundo, ligações iônicas, fórmula unitária, propriedades dos compostos iônicos, compostos inorgânicos; e por último, metais e oxirredução, ligação metálica, propriedades e ligas. Contudo, as abordagens dedicadas ao contexto CTS surgem em seções específicas de “saúde e sociedade” ao final de cada capítulo. Portanto, se revelam pontuais e não articuladas ao restante do conteúdo químico presente nesses capítulos.

Por fim, outro critério de avaliação em LD1 foram os aspectos históricos. No capítulo de ligação covalente foi comentado um pouco da história da teoria da ligação de valência. Todavia, a história apresentada traz nomes de químicos, como os de Lewis, Kossel, Langmuir; além de datas de fatos bem-sucedidos de tais cientistas. No entanto, uma história sem perspectivas de contextos, reforça a ideia de produtos finais da ciência e não o processo de construção do conhecimento científico, ou da própria historicidade da ciência (KUHN, 2011, FLECK, 2010). O Ensino de Ciências baseado somente em produtos acabados resulta em estudantes acríticos, depositários de informações (MATTHEWS, 1995). E, neste caso, a sociedade permanece longe da ciência (SANTOS; JUSTI, 2017).

As pinceladas de história mencionada no começo do capítulo de ligações covalentes, em LD1, retratam que “Lewis e Langmuir aperfeiçoaram independentemente a ideia de valência”, oculta-se nesse quesito a construção coletiva do trabalho científico e suas extensões, como por exemplo, a necessidade de aceitação ou rejeição de uma teoria científica dentro da comunidade científica (FLECK, 2010). Há o comentário que ao publicar o artigo em 1919, Langmuir ajudou a desvendar e a popularizar a teoria de valência. Cita-se o nome de Langmuir como o inventor da lâmpada incandescente e do termo regra do octeto, o que pode proporcionar uma história baseada em heróis, “pai” e descobertas, possibilitando uma visão distorcida quanto ao estereótipo de cientista, como o de gênio, brilhante, de invenções e descobertas, trabalhando independentemente e assim, individualmente (GIL PÉREZ, et al., 2001, REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006). Essa abordagem de história da química com ‘personagens principais’ dificulta a compreensão sobre a Natureza da Ciência, além de desumanizar o cientista e seu trabalho científico, elementos essenciais da Educação CTS (MOURA, 2014, GIL-PÉREZ et al., DOMICIANO, 2019).

No LD3 há seções separadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. No entanto, as abordagens nestas seções são voltadas para as ‘curiosidades’ do mundo científico, chegando a apresentar concepção mística da química, especialmente nos títulos destas seções. Em sua abordagem, também são mostradas imagens de descoberta na ciência e do progresso científico. Como exemplo, em uma destas seções é perguntado qual descoberta possibilitou a produção de fios supercondutores. Tais suposições podem gerar imagens ingênuas sobre a ciência, podendo inclusive gerar a visão tecnocrática e o determinismo tecnológico, negativas para a alfabetização científica (AULER; BAZZO, 2001).

Quanto a menção sobre a história da química, LD3 apresenta a contribuição de Gilbert Lewis (1875-1946) para a ligação química, porém em quadro separado do corpo de texto. Além disso, esta história é mencionada como um fato isolado e não dentro de um contexto de processo de construção do conhecimento químico. Os aspectos históricos, sociais e econômicos são mencionados como curiosidades e isolados do conteúdo químico. Desse modo, o conteúdo de CTS é visto mais uma vez como motivacional para o estudo da química (SANTOS; MORTIMER, 2000).

O livro LD3 traz no segundo capítulo uma notícia sensacionalista extraída de jornal de circulação midiática. Nesta, a inter-relação entre Ciência e Tecnologia está na produção de uma luva adesiva, com aderência natural semelhante às patas de lagartixas, que possibilita escalar prédios e correr pelos tetos de cabeça para baixo. Dentro das atividades ao final do 'atrativo' texto há a seguinte proposta: "Utilizando as patas de lagartixa como exemplo, escreva um parágrafo explicando como as pesquisas científicas podem contribuir para os avanços tecnológicos". Desta maneira, LD3 mostra a visão da tecnologia como artefato e aplicação da ciência, reduzindo a importância de se discutir sobre a tecnologia em sala de aula. Tal abordagem não permite que o aluno analise criticamente o papel da tecnologia na nossa cultura ou sociedade, tampouco possibilita a ideia nobre de Tecnologia Social (TS), na qual a utiliza para suprir uma carência social (ABRAHÃO, 2019). Nesse quadro, é reforçado uma imagem de superioridade da ciência em relação a tecnologia, no qual o desenvolvimento científico promoverá automaticamente o desenvolvimento tecnológico, que por sua vez promoverá o desenvolvimento econômico e social para a população (AULER; BAZZO (2001). Nos aspectos de ciência, reforça-se a ideia de ciência salvacionista, desprendida de interesses políticos, econômicos e à disposição do bem-estar humano, capaz de satisfazer as fantasias dos jovens de ser o próprio 'Homem-Aranha' (REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006).

A obra LD4 possui como ponto de grande qualidade a harmonia estética nas fotografias, boxes e desenhos retratados ao longo do capítulo sobre as Ligações Químicas. No entanto, apresenta as substâncias químicas de maneira descontextualizada, apenas com visões simplistas sobre o cotidiano, voltadas à menção de exemplos ilustrativos. Assim, não pode ser considerado significativo para formação crítica e cidadã a que se propõe a Educação CTS (SANTOS; MORTIMER, 2000).

No LD4 é priorizada o conteúdo químico, sendo o capítulo dividido em ligações iônicas e covalentes, eletronegatividade e polaridade de ligações, fórmula de Lewis e propriedades de substâncias iônicas e covalentes. Contudo, os contextos de conteúdos químicos apresentados são voltados exclusivamente às situações de vivência cotidiana. Portanto, a perspectiva CTS é utilizada para tornar as aulas de química mais interessantes (SANTOS; MORTIMER, 2000).

No começo do capítulo do LD4 é explanado a especulação acerca da estabilidade dos gases nobres. Após, a obra menciona que houve duas teorias elaboradas independentemente: uma desenvolvida por Kossel, que estudou a ligação iônica e outra por Lewis, cujo enfoque foi a ligação covalente, complementada em 1919 por Irving Langmuir. Consideramos, no entanto, que o termo 'independente' reforça uma imagem distorcida sobre a ciência, visto que o trabalho científico tem como base a construção social. Os cientistas trabalham coletivamente, necessitam de uma comunidade científica para aceitar ou rejeitar teorias científicas. E ainda, se os cientistas são contemporâneos e pertencem ao mesmo círculo de especialistas, como no caso de Kossel e Lewis, conhecem os trabalhos uns dos outros e suas produções não ocorrem independentemente, mas sim dependentemente, pois há parcelas de contribuições coletivas (GIL-PÉREZ et al., 2001, FLECK, 2010).

Existem ainda, neste capítulo um tópico sobre a natureza das ligações e comportamento das substâncias. Nesta, destacam-se as propriedades das substâncias iônicas, bem como das moleculares. Depois, comenta-se sobre as características da eletronegatividade, das ligações polares e das apolares. É citado que Linus Pauling (1901-1994) foi o primeiro cientista a propor, no ano de 1939, uma escala de eletronegatividade. A partir de uma fotografia, datada de 1958, foi citado que este cientista foi ganhador do Prêmio Nobel de Química em 1954 devido as suas contribuições no campo da natureza das ligações químicas e a elucidação de estruturas complexas. Os detalhes das contribuições de Linus Pauling estão isolados dos trabalhos de Lewis e de Langmuir. No entanto, aquele cientista leu os artigos de ambos, aprendeu sobre a ideia de valência de Lewis e admirou as contribuições de Langmuir como extensão e complementação ao trabalho de Lewis.

Infelizmente, essa contribuição coletiva não é mostrada. Nesse sentido, a Natureza da Ciência (NdC), elemento de CTS, não é contemplada (OREGON STATE UNIVERSITY, 1925-1954).

Ao final do capítulo do LD4 há um texto que simula um grupo de cientistas fazendo uma descoberta. Além das ligações covalentes e iônicas, há um terceiro tipo de ligação, chamada paramagnética. Esta, por sua vez é uma novidade química e pode produzir moléculas improváveis, como o hélio molecular ( $\text{He}_2$ ). A notícia de vínculo social, por meio da mídia, possui uma base de ciência mística e transmite a imagem de descoberta na ciência, ao anunciar uma nova ligação química. Contudo, acredita-se que esta colocação pode gerar na percepção dos estudantes imagens pouco elaboradas a respeito da ciência e do trabalho científico (GIL-PÉREZ et al., 2001).

As ligações metálicas no LD4 são abordadas no capítulo de Tabela Periódica, anterior ao de ligações. A explicação inicia-se com o questionamento: “como se explica a alta condutividade elétrica dos metais?” No decorrer do texto é apresentada o conceito químico. Percorrendo a seção destinada a ligação metálica, finaliza-se com um texto sobre o “Chumbo e a saúde humana”. Neste, poderia haver maior contextualização com a questão ambiental, especialmente explorar a investigação nas perguntas finais, porém são realizadas apenas questões semelhantes a interpretação de texto, onde a resposta está pronta na (re)leitura. No conteúdo do texto são comentadas aplicações de uso rotineiro deste metal no passado, tanto na Roma antiga como na contemporaneidade, havendo menção das gasolinas com chumbo. Justifica-se que atualmente não são mais utilizados chumbo nos combustíveis pela potencialidade de toxicidade à saúde humana. Nenhuma outra abertura para contextualização é explorada nesta parte. Desse modo, os elementos dimensões ambientais e sociais da Ciência e Tecnologia deixaram de ser exploradas.

Percebemos dessa maneira que a imagem de ciência presente nas obras que utilizam a CTS como elemento motivacional para o estudo das Ligações Químicas se aproxima da concepção de ciência positivista. Nesta, são reforçados a imagem descontextualizada dos conteúdos científicos com os interesses políticos, econômicos, culturais etc.; também podem reforçar uma visão rígida, exata e infalível de ciência. Assim, podem reforçar imagens de ciência já tão criticada pela literatura (GIL-PÉREZ et al., 2001, MOURA, 2014). Além disso, poucas contribuições para formação da criticidade do aluno podem ser aproveitadas nessa perspectiva, uma vez que os elementos da Educação CTS não são articulados aos conteúdos científicos (SANTOS; MORTIMER, 2000, DOMICIANO, 2019). Mesmo que apresentem em seus livros aspectos históricos, não é mostrado a construção coletiva dos cientistas, não há compreensão da história, filosofia e sociologia da ciência (FLECK, 2010).

A obra LD5 foi classificada na categoria 2: “Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático”. Nessa categoria, o ensino tradicional de ciências é acrescido de pequenos estudos de conteúdos CTS (AIKENHEAD, 1994, SANTOS; MORTIMER, 2002).

No LD5 o conteúdo sobre Ligações Químicas está presente no capítulo denominado “Elementos químicos e tecnologia: modelos sobre a constituição da matéria”, sendo este conteúdo científico considerado por seus autores como um ‘tema’. Demais assuntos relacionados às ligações químicas foram separados ao longo dos capítulos, como exemplo, polaridade das moléculas é explanada no tópico de geometria molecular e interações intermoleculares estão presentes no capítulo sobre gás oxigênio e sua importância para a vida na Terra. A proposta de divisão adotado na obra sugere que LD5 considera como temas os conteúdos científicos e não aqueles sugeridos por Santos e Mortimer (2000), de perspectivas sociais e/ou ambientais como Água, Solo, Recursos Minerais, Poluição atmosférica etc. Nesse sentido, Ligações Químicas são consideradas como um tema, o que não tem correlação com os conteúdos CTS. Mesmo não havendo temas da Educação CTS, LD5 propõe articular pequenos conteúdos de CTS aos tópicos de ligações químicas.

O tópico de Ligações Químicas em LD5, inicia-se com uma pergunta de cunho investigativo quanto a estrutura e propriedades dos materiais, como exemplo, “como

relacionar modelos da estrutura da matéria e as propriedades dos diferentes materiais?”. Em seguida, utilizam o comportamento das substâncias para explicar a propriedade de condutividade elétrica, sendo usado atividade prática sobre a condução de corrente elétrica em diferentes materiais. Dessa maneira, foram observados os elementos de contextualização e problematização inicial na apresentação do capítulo de ligações químicas (FREIRE, 1987, SANTOS; MORTIMER, 2000, DOMICIANO, 2019).

A obra LD6 foi classificada como categoria 3 (AIKENHEAD, 1994), na qual ocorre “incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático”. Nesse sentido, “o ensino tradicional de ciências é acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências” (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 125).

Na abertura do capítulo de ligações químicas, o LD6 apresenta as funções profissionais de um químico, trazendo aspectos de humanização para essa ciência. Os conteúdos de ligações químicas são divididos em dois capítulos: no primeiro são tratados os conteúdos de ligações iônicas, covalente e metálica, e o segundo são dedicados às interações intermoleculares e as propriedades das substâncias. No capítulo de ligações químicas, aparece contextualização sobre a química das estruturas, na qual é mencionada a resistência dos materiais e como se proteger de desastres naturais ou de acidentes. A abordagem CTS aparece ao longo das páginas em boxes denominados “Participação Cidadã”. Como exemplo, solicita-se que seja pesquisado as causas do incêndio da boate Kiss em Santa Maria, Rio Grande do Sul, e quem teria sido responsável pela tragédia. Da mesma maneira, são requisitadas pesquisas sobre acidentes que tenham ocorrido no município dos estudantes e que envolvam a estrutura dos materiais. Assim, podemos encontrar os elementos de tomada de decisão em participação cidadã nas questões de como prevenir acidentes, além de contextualização ao pedir que os estudantes pesquisem casos de acidentes no município local (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Outra característica que se destaca no LD6 são as propostas de atividades experimentais investigativas. Como exemplo, para compreensão das ligações covalente e iônica são utilizadas explicações por meio das propriedades básicas das substâncias. Assim, a prática investigativa inicia-se com uma pergunta a ser respondida durante a execução do experimento. Para se entender sobre a condutividade elétrica, é perguntado se a água sempre conduz eletricidade. Neste experimento, pode ser observado que os sólidos metálicos conduzem eletricidade, já os sólidos de substâncias iônicas e covalentes não. Então, pode ser compreendido sobre a condutividade elétrica, iniciando-se uma comparação da ligação metálica dos demais tipos de ligações. O ensino por investigação é um importante elemento da Educação CTS e está presente na atividade experimental ao ser iniciada com uma questão de problematização inicial. Ao final do experimento também aparecem outras questões para investigar as propriedades das substâncias, por meio da condutividade. A investigação permite além da aprendizagem de conteúdos conceituais, a construção de relações entre práticas cotidianas e práticas para o ensino (SASSERON, 2015; 2018).

Algo marcante no LD6 refere-se à história da química, a qual é explicada junto com o conteúdo de ligações. Como exemplo é narrado a construção coletiva da regra do octeto, base para a teoria eletrônica das ligações. O trecho desta história traz as contribuições de cada cientista para a formação do pensamento coletivo a respeito da regra do octeto. Resumidamente, sugerem que Alexander Newlands propôs organização dos elementos químicos pela “Lei das Oitavas”; Mendeleev propôs que nenhum elemento químico deveria apresentar valência maior que oito. Em 1916, Walther Kossel e Gilbert Lewis propuseram que as combinações eram resultado da estabilidade da união de átomos com oito elétrons em suas últimas camadas eletrônicas. Kossel estudou sobre a estabilidade por meio da doação de elétrons, originando as ligações iônicas, enquanto Lewis estudou o compartilhamento de elétrons, característica da substância molecular. Para Lewis, o compartilhamento de elétrons era o que possibilitava a formação das ligações covalentes, conceito introduzido por Irving Langmuir. Dessa maneira, pode ser observado que o LD6 explora a Natureza da Ciência ao

apresentar a história da ciência como um processo de construção do conhecimento, contribuindo não apenas para o entendimento dos conceitos científicos, mas também para compreensão dos aspectos sobre a ciência, tais como as influências da sociedade para a construção de teorias científicas ou ainda, os efeitos da ciência para a tecnologia e para a Sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2000).

A obra ressalta que o modelo de regra do octeto não explicou o motivo da estabilidade, mas identificou uma regularidade nas configurações eletrônicas nas ligações químicas. Destaca-se que os modelos empregados pela ciência possuem limitações, uma vez que a regra do octeto não era uma regra geral, tanto que os cátions  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  e  $Cu^{2+}$  não atingiam configurações de gases nobres. Por meio deste relato, é possível compreender que a ciência possui caráter provisório, podendo sofrer mudanças conceituais ao longo de sua história (MOURA, 2014, FLECK, 2010).

Ao final do segundo capítulo, a obra traz o tema sobre Água. Nesta temática, é relacionado a água à vida ao elucidar que por causa das propriedades desta, os seres vivos mantêm o metabolismo funcionando. Há ainda, questões investigativas a este respeito, tais como “por que os seres vivos dependem da água para sua existência?” e “que propriedades da água estão relacionadas à vida?”. Após, são explorados a geometria e fórmula molecular da água, propriedades dos estados de agregação, densidade, solubilidade de materiais, água mineral. Nesse contexto, a água pode ser entendida como um tema social a ser problematizado com a realidade do aluno (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Em box sobre a História da Ciência, o LD6 explora a construção conceitual da fórmula molecular da água. A partir desta história, se reconhece as contribuições de vários cientistas, demonstrando mais uma vez que a ciência é uma construção social (KUHN, 2011, FLECK, 2010). Dentro desta história, identifica-se que algumas ideias para elucidação da fórmula molecular da água foram esquecidas por cinquenta anos e para serem retomadas, tiveram que ter convencimento da comunidade científica. Diante deste aspecto, é plausível de compreensão que uma teoria científica para ser reconhecida precisa de aprovação da comunidade científica. Um último detalhe é que a comprovação da fórmula da água foi realizada por meio de dados experimentais, possibilitando ao educando entender os fatores internalistas da ciência, ou seja, perceber como a ciência é produzida ao utilizar experimentos para comprovar a teoria ou ao usar o método científico, elementos pertencentes à Natureza da Ciência (MOURA, 2014).

Consideramos que a obra LD2 possui como categoria 4 (AIKENHEAD, 1994), classificada como a disciplina escolar Química por meio de conteúdo CTS. Nessa perspectiva, as obras utilizam conteúdos de química como estruturantes da temática ‘Ligações Químicas’. Nesta, “os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina” científica, neste caso a Química (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 124-125).

No LD2, o capítulo intitulado “Ligações Químicas, Interações Intermoleculares e Propriedade dos Materiais” tem como abertura uma proposta de projeto de pesquisa em que se investigam as origens e produções de materiais de usos cotidianos, além de questões de contextos sociais e ambientais. Tais como, “qual é o impacto ambiental e social da produção e/ou extração” ou ainda, “quais são as reservas potenciais em uso das matérias-primas para a fabricação desse material no Brasil?”. Portanto, são exploradas as origens de materiais, os contextos sociais e ambientais de produção de materiais que estão sendo utilizados na abertura do capítulo. Para se alcançar a resposta, o estudante precisa refletir, discutir com os colegas e professores. Dessa maneira, pode ser observado os elementos de CTS de dialogicidade e cultura de participação, pois o educando precisa refletir a respeito das problematizações iniciais, tornando-se sujeitos de sua história (AULER; BAZZO, 2001).

A principal característica do LD2 é a proposta de ensino investigativo. Como exemplos: ‘que evidências sobre a Natureza das Ligações Químicas podemos obter conhecendo a temperatura de Fusão dos Materiais?’ Além da propriedade física de temperatura de fusão,

também são exploradas a solubilidade e condutividade elétrica dos materiais. Ou seja, parte-se do comportamento das substâncias, características macroscópicas, para a natureza da estrutura das ligações químicas, estas microscópicas. Tais investigações contribuem tanto para a aprendizagem de conteúdos conceituais como para a construção de relações com as práticas cotidianas. Desse modo, o ensino por investigação contribui essencialmente para o papel intelectual e ativo dos estudantes (SASSERON, 2015, SASSERON, 2018).

Em seguida, ao iniciar o estudo específico sobre as ligações covalentes, a obra explica que as substâncias são formadas por agrupamentos de átomos e que cada agrupamento resulta em propriedades distintas. A partir desses pressupostos, lança-se uma pergunta semelhante ao problema de pesquisa que Linus Pauling teve: “o que mantém os átomos unidos?” (OREGON STATE UNIVERSITY, 1925-1954, não paginado). Cita-se ainda que as semelhanças entre essas propriedades podem ser explicadas pela teoria das ligações químicas, embora não seja citada nenhum contexto histórico neste momento. Ao final do capítulo, na temática sobre a Água é mencionado que a teoria quântica aplicada à química, a partir dos anos de 1930, introduziu um significado mais preciso à ideia de valência, a qual explicava o poder de combinação dos átomos. Este fato traz a ideia de que a ciência é produzida por meio de uma construção do conhecimento (FLECK, 2010). Assim, torna-se possível a compreensão sobre o processo de construção do conhecimento científico, aspecto ligado ao elemento Natureza da Ciência.

Quanto aos demais conteúdos científicos da temática Ligações Químicas, há também explicações sobre Interações Intermoleculares e propriedades das substâncias moleculares após o conteúdo de ligação covalente. Seguem-se o conteúdo de ligação iônica, propriedade dos compostos iônicos e, por fim, ligações metálicas e propriedades das substâncias metálicas. Ao final de cada abordagem há a presença de perguntas reflexivas relativas ao conteúdo químico. As atividades experimentais também são classificadas de cunho investigativo (SOUZA; AIRES, 2018), o que pode promover a problematização inicial, dialogicidade, ensino por investigação e tomada de decisão, elementos de educação CTS (FREIRE, 1987, SANTOS; MORTIMER, 2000, SASSERON, 2015; 2018).

Por fim, como resultados principais da análise proposta foi observado que no contexto brasileiro há uma tendência para o ensino tradicional de ciências. Assim, a temática Ligações Químicas é estruturada tendo em vista os conteúdos científicos em detrimento dos conteúdos de CTS. Agrava-se o fato de que metade das coleções analisadas, três das seis obras pesquisadas, apresentam a abordagem CTS apenas como motivacional, com intuito de aumentar o interesse pelas aulas de química a partir de exemplificações do cotidiano. Muitas vezes, ao tentar motivar os alunos, esses livros reforçam visões tecnocráticas, salvacionista de ciência e o determinismo tecnológico, prejudiciais ao processo de alfabetização científica (AULER; BAZZO, 2001). Apesar de trabalharem os conteúdos científicos e a abordagem CTS de maneiras distintas, as obras LD2 e LD6 são as que mais trazem elementos da Educação CTS, tais como a contextualização, problematização, dialogicidade, ensino por investigação tomada de decisões e Natureza da Ciência. Cada um a seu jeito, contudo no LD2 há preocupação em mostrar os comportamentos das propriedades das substâncias para explicar a estrutura das ligações, partindo-se do ensino por investigação. Já no LD6, a ênfase é esclarecer os conceitos das estruturas das ligações, por meio da construção do conhecimento da história da teoria eletrônica de ligação, para depois abordar as propriedades das substâncias e a natureza de suas interações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo analisar como a Educação CTS está evidenciada na temática Ligações Químicas nos Livros Didáticos Química do Ensino Médio, selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018.

Um primeiro aspecto observado é que os Livros Didáticos estão estruturados pelos conteúdos químicos e não por abordagem da Educação CTS. Das seis coleções analisadas, apenas uma obra, LD2, apresentou nível 04, que segundo Aikenhead (1994), apresenta a estrutura disciplinar de Química por meio de conteúdos CTS. Como o foco desta pesquisa foi analisar a temática 'Ligações Químicas', consideramos que nesta obra o conteúdo científico é abordado por meio de conteúdo de CTS. Entendemos que a proposta nesta obra apresenta potencial para contribuir para formação cidadã de alunos do Ensino Médio. Destaca-se no LD2 o ensino investigativo, o que pode contribuir para problematização, dialogicidade, humanização, tomada de decisão, entre outros elementos da Educação CTS (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Outra obra, LD6, foi classificada como categoria 03 pela escala de Aikenhead (1994). O ponto forte em LD6 é mostrar a construção do conhecimento sobre ligações químicas a partir da história da química, por meio das contribuições de vários cientistas; o que pode contribuir para uma imagem coletiva do trabalho científico (GIL-PÉREZ et al., 2001), bem como de que a ciência é uma construção social que ocorre dentro de um contexto histórico, cultural, econômico etc. (FLECK, 2010, CONDÉ 2017).

Já LD5 apresentou classificação nível 02 na escala de Aikenhead (1994), na qual são incorporados pequenos estudos de conteúdo de CTS aos tópicos de ciências. Como exemplo, foi um pouco explorado o ensino investigativo na abertura do tema sobre ligações químicas. No entanto, não foram explorados os demais elementos de CTS, tais como problematização, tomada de decisão, Natureza da Ciência etc.

As demais obras, LD1, LD3 e LD4, foram classificadas como categoria um, na qual o conteúdo de CTS é o elemento de motivação. Nesta categoria, o ensino de ligações químicas tem como base um ensino tradicional acrescido da menção ao conteúdo de CTS como função de tornar as aulas mais interessantes. Nestas obras, ocorre simplificação de contextualizações como as exemplificações de aplicações das substâncias de uso no dia a dia. Em muitos casos, inclusive, há boxes separados sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas sem correlações aos conteúdos científicos ou a temas sociais que dimensionem a realidade do estudante. Tais abordagens, infelizmente, podem reforçar visões pouco elaboradas sobre a ciência e sobre a construção social que há no trabalho científico (GIL-PÉREZ et al., 2001, MOURA, 2014).

Consideramos que os livros didáticos deveriam dar mais atenção a Educação CTS, apresentando classificação mínima de categoria cinco de Aikenhead (1994), mostrando situações que possibilitassem ao professor o desenvolvimento de aulas com temas sociais. Como exemplo, com a temática de Ligações Químicas poderia ser utilizado um tema social e ambiental sobre a mineração. A partir deste tema, poderia ser desenvolvido uma sequência didática com a temática 'Mineração e o Ensino das Ligações Químicas'. Nessa perspectiva, se utilizaria o conteúdo de CTS para ensinar Ligações Químicas. A sequência didática poderia abordar a estrutura das ligações, um pouco da história da construção do conhecimento científico sobre a Teoria da Ligação, o problema social decorrente da mineração e impactos ambientais de rompimento de barragens. Como proposta de problematização inicial da sequência didática, a abordagem temática poderia ser: 'Mineração exploratória, o desenvolvimento para o país?' ou ainda, 'mineração exploratória: do ciclo do ouro até quando?'

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, L. H. L. O que é Tecnologia afinal? Belo Horizonte, Minas Gerais...In: **Escola de História da Ciência da Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 30 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ILyNrdstEK0&t=5246s>>. Acesso em: 13 maio 2020.

AIKENHEAD, G. S. What is STS Science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD G. **STS**

- education:** international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994.
- AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337- 355. 2006.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos Estudos CTS**. Madrid: Organização dos Estados Iberoamericanos, 2003.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Guia do Livro Didático de Química**. PNLD 2018: Química, Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, p. 10-56. 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/125-guias?download=10745:guia-pnld-2018-quimica>. Acesso em: 06 maio 2020.
- CENTA, F. G.; MUENCHEN, C. O despertar para uma Cultura de Participação no trabalho com um tema gerador. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 9, n.1, p. 263-291, 2016.
- CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. **Química**. v. 1. São Paulo: Moderna, 2016.
- CONDÉ, M. L. L. **Um papel para a história:** o problema da historicidade da ciência. Curitiba: UFPR, 2017.
- DOMICIANO, T. D. **Enfoque CTS no curso de licenciatura em ciências da UFPR Litoral**. 2019. 239 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática), Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- FONSECA, M. R. M. **Química**. v.1. 2 ed. São Paulo: Ática, 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p.125-153. 2001.
- KAVALEK, D. S.; SOUZA, D. O. G.; DEL PINO, J. C.; RIBEIRO, M. A. P. Filosofia e história da química para educadores em química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 12, p 1-13. 2015.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- LISBOA, J.C.F. **Ser protagonista:** química. v.1, 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
- MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 12, n. 3, dez. 1995.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. v.1. 3 ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n.1, p. 32-46. 2014.
- NOVAIS, V.; TISSONI, M. **Vivá:** química. v.1. Curitiba: Positivo, 2016.

OREGON STATE UNIVERSITY. **Corvallis: Oregon State University (OSU), 1925-1954.** Disponível em: <<http://scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/bond/index.html>>. Acesso em: 07 maio 2020.

PALACIOS, E. M. G. **Introdução aos estudos CTS (Ciência- Tecnologia- Sociedade).** Florianópolis: Cadernos de Ibero-América para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 9-29, 2016.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. CTS: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n.1, p.71-84. 2007.

PINTO, S. L.; VERMELHO, S. C.S.D. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2017.

REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do ensino básico: “poções, máquinas, monstros, invenção e outras coisas malucas”. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 1, p. 51-74, 2006.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Química cidadã.** v.1. 3 ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p.110-132, 2000.

SANTOS, M.A.R.; JUSTI, R. Utilização de História da Ciência no Ensino visando o aprendizado de Natureza da Ciência. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2017.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciência da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, n. 1, p. 14-24, 2002.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, A. A.; VIANA, A.; JUSTINA, L. A. D. Um estudo sobre o DNA no Ensino Médio: história da ciência e CTS. **Experiências no Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 136-163. 2016.

SOUZA, I. L.N.; AIRES, J. A.; Como é Abordada a Experimentação nos Livros Didáticos de Química selecionados pelo PNLD 2018? In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA, 19, 2018, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 2018.

WARTHA, E. J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.