ANÁLISE DA EXISTÊNCIA E ABORDAGEM DA CONCEPÇÃO DE CTS EM LIVRO DIDÁTICO DE QUÍMICA

ANALYSIS OF STS'S EXISTENCE AND CONCEPT IN A CHEMISTRY TEACHING BOOK

Fabricio Gabriel Mota
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR
Curitiba, PR, Brasil
mota.fabricio@gmail.com

Tatiana Comiotto
Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC
Florianópolis, SC, Brasil
comiotto.tatiana@gmail.com

Fernanda Raulino
Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC
Florianópolis, SC, Brasil
raulino.fernanda@gmail.com

Patrícia Amynthas Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC
Florianópolis, SC, Brasil
santos.patricia@gmail.com

Lorena Silva de Andrade Dias
Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC
Florianópolis, SC, Brasil
lorena.andradedias@gmail.com

Resumo. Este artigo apresenta, sob a perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), um dos recursos didáticos mais utilizados pelos professores: o livro didático. O objetivo deste artigo foi o de identificar as concepções presentes, quanto a CTS, em uma das coleções de livros didáticos de Química para o Ensino Médio, pertencentes ao Programa Nacional do Livro Didático do Ministério da Educação. Construiu-se uma planilha estabelecendo critérios e um guia de definições para aumentar o grau de imparcialidade que serviram para analisar diferentes livros na área de química, física e matemática. Essa investigação optou pela coleção adotada pelo Instituto Federal Catarinense (IFC), intitulada "Química", dos autores Mortimer e Machado, já que os pesquisadores atuavam nesta instituição e adotavam este material didático. Após avaliação por meio do instrumento proposto, observou-se que a coleção apresenta algumas carências em sua organização e contextualização – muitas vezes exemplificando ao invés de contextualizar –, propondo atividades fechadas e não as relacionando com o cotidiano. Portanto, identifica-se que a obra é relevante quanto a sua abordagem, porém apresenta espaço para aperfeiçoamentos em relação aos itens mencionados.

Palavras chave: CTS; química; livro didático.

Abstract. This article presents, from the perspective of STS (Science, Technology and Society), one of the didactic resources most used by teachers: the textbook. The objective was to identify the conceptions present, regarding STS, in the textbooks of Chemistry for High School, belonging to the National Program of Didactic Book of the Ministry of Education. For that, a spreadsheet was created establishing criteria to be evaluated and a guide of definitions to increase the degree of impartiality of the analysis. Thus, this research opted for the collection adopted by the Federal Institute Catarinense (FIC), entitled "Chemistry", by the authors Mortimer and Machado, since the researchers worked at this institution and adopted this teaching material. After evaluation, through the proposed instrument, it was observed that the collection presents some shortcomings in its organization and contextualization - often exemplifying instead of contextualizing -, proposing closed activities and not relating them to everyday life. Therefore, it is identified that the work is relevant to its approach, but presents space for improvements regarding the items mentioned.

Keywords: STS; chemistry; textbook.

INTRODUÇÃO

Antes de se abordar o tema "análise de livros didáticos e a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)", é necessário ressaltar alguns posicionamentos sobre o papel esperado do professor de ciências na atualidade. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), o professor de ciências – neste caso, da disciplina de Química – não deve somente ensinar os conceitos pertinentes a ciência, mas deve também orientar sua prática à apropriação social dos conceitos químicos, incorporando-os ao universo individual de cada estudante de modo efetivo oportunizando a sua constituição como cultura.

> A ação docente buscará construir o entendimento de que o processo de produção do conhecimento que caracteriza a ciência e a tecnologia constitui uma atividade humana, sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas, com processos e resultados ainda pouco acessíveis à maioria das pessoas escolarizadas, e por isso passíveis de uso e

> compreensão acríticos ou ingênuos; ou seja, é um processo de produção que precisa, por essa maioria, ser apropriado e entendido (Delizoicov *et al*., 2018, p.34).

Como base para os cursos de CTS, Santos e Schnetzler (2014, p. 72) afirmam que "só são denominados cursos de CTS aqueles cujo conteúdo inter-relacione os diferentes componentes relativos à ciência, tecnologia e sociedade". Entende-se que o tratamento das concepções docentes acerca da ciência, da tecnologia e da sociedade, bem como de seu vínculo, tem papel central no processo de implementação de abordagens CTS em sala de aula. É necessário que o professor tenha clareza sobre as relações propostas quanto a CTS ao adotar esta prática de ensino (Amaral & Firme, 2008).

Para Delizoicov *et al.* (2018), em função da forte presença da tecnologia no cotidiano da sociedade atual, já não se pode mais ignorar a relação entre ciência e tecnologia no ensino de ciências. Os efeitos dessa ligação sobre a natureza e o espaço organizado pelo homem demandam a necessidade de incluir no currículo escolar uma discussão sobre as perdas e os ganhos advindos do vínculo ciência-tecnologia.

Dessa forma, esse artigo tem por objetivo identificar de que forma as concepções de CTS são abordadas no livro didático "Química", dos autores Mortimer e Machado (2013), cujos três volumes pertencem ao Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), do Ministério da Educação. Ressalta-se, contudo, que esse estudo é focado nessa coleção uma vez que alguns dos autores os adotaram em sua prática docente e que, neste sentido, o que se pretendeu é melhorar ainda mais a coleção através de sugestões de novos olhares e perspectivas.

MITOS NORTEADORES DA PERCEPÇÃO SOCIAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

De acordo com Auler e Delizoicov (2001), existem três mitos que norteiam a percepção social comum sobre ciência e tecnologia (CT): (i) da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas; (ii) da perspectiva salvacionista da CT; e, (iii) do determinismo tecnológico. Para uma CT eficaz, os autores afirmam que estes mitos devem ser quebrados na prática de sala de aula, visto que limitam a compreensão da população sob a relação entre CT, isolando ambas do conceito social.

Conforme Thuillier (1989), o primeiro mito – sobre a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas – diz respeito a uma supervalorização da ciência no sentido de que os detentores do conhecimento teórico (especialistas) são considerados autoridades, desviando o poder da autonomia e da tomada de decisões da sociedade (denominada leiga), fazendo com que qualquer premissa seja verdadeira se esta for "cientificamente comprovada", tornando-a, então, inquestionável; isto é, consiste em afirmar que tudo o que é alegado pela ciência é, automaticamente, verdadeiro. Nesse sentido, Bachelard (1991) discute a extrema necessidade de se mostrar a evolução do conhecimento científico junto à sociedade. Portanto, a quebra do primeiro mito permite uma evolução do pensamento do indivíduo sobre CT, fazendo-o mais crítico sobre os artefatos científico-tecnológicos de seu cotidiano.

Como segundo mito, Auler e Delizoicov (2001) tratam da perspectiva salvacionista da CT para a população, ou seja, o pensamento de que é responsabilidade da CT resolver os problemas sociais. Para Pacey (1999) a população tende a associar os problemas existentes, como a poluição, por exemplo, diretamente à CT, tornando-a responsável tanto pela solução quanto pelo problema em si, acreditando que somente o avanço na CT poderá liquidar com uma condição, muitas vezes, de causa não técnica, mas social, como a escassez de alimentos, por exemplo. A quebra deste mito se mostra extremamente importante para a educação sob a perspectiva de CTS. De acordo com Santos (2007), é responsabilidade do professor de ciências mostrar todas as inter-relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, e possibilitar que o estudante possa desenvolver uma visão crítica sobre os problemas e soluções disponíveis a CT, assim como a forma que estes problemas são desenvolvidos através de um contexto social e a indissociabilidade que esta solução terá do caráter social, promovendo uma nova visão de mundo ao discente.

Já em relação ao terceiro mito – o determinismo tecnológico –, Auler e Delizoicov (2001) explicitam este que pode ser resumido em duas vertentes apontadas por Gómez (1997): a primeira que desvincula a tecnologia do processo de desenvolvimento social, tratando-a como independente e autônoma da sociedade; e a segunda que a tecnologia é o principal método de transformação da sociedade, limitando o potencial de uma época de acordo com a tecnologia existente. Novamente, Auler e Delizoicov (2001) abordam a quebra do mito em relação a tecnologia e a sociedade, mito este que fere as concepções tanto de Bachelard (1991) como de Santos (2007) em relação a incapacidade de se separar os termos de CT da Sociedade, fazendo com que se crie um obstáculo tanto na abordagem CTS trabalhada por Santos e

Schnetzler (2014), quanto em questões do desenvolvimento de um pensamento científico elencadas por Bachelard (2005).

Conforme o Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEMs), em relação ao nível do Ensino Médio, "prioriza-se a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico" (Brasil, 2000, p. 23). Assim, percebe-se que uma das preocupações no Ensino Médio está relacionada à função social esperada para determinado grau de ensino, vinculada à formação do cidadão enquanto indivíduo inserido na sociedade. Ao consultar o contexto histórico dos objetivos que o Ensino Médio tem assumido até os dias atuais, nota-se que sua prioridade deixou de ser a preparação para o ensino superior ou a formação profissionalizante (Santos, 2007).

Acredita-se ser interessante tecer, neste momento, alguns comentários referentes aos objetivos do Ensino Médio e, por consequência, as propostas dos PCNEMs, por serem de grande importância para o contexto social, bem como destacar algumas possíveis maneiras de avançar em direção à concretização desses objetivos.

O primeiro destaque se relaciona a um dos objetivos estabelecidos pelos PCNEMs:

> A formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo; o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos (Brasil, 1999, p. 23).

Logo, o conhecimento científico em sala de aula não deve ser apresentado como pronto, verdadeiro e acabado, mas sim como um processo de produção cuja dinâmica envolve transformações na compreensão do comportamento da natureza, mesmo que algumas das teorias historicamente produzidas continuem vigentes até a contemporaneidade, sendo "de suma importância não descaracterizar a dinâmica histórica-social que culminaram na ideia de ciência que possuímos atualmente" (Delizoicov *et al.*, 2018, p.66).

OS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

Os Livros Didáticos de Química (LDQ) previstos pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), estão disponíveis desde 2008 em distribuição integral em todo o país. Mesmo com alguns livros sendo produzido por pesquisadores do ensino de ciência, tem-se clareza que este instrumento não deve ser a única fonte de material didático utilizado pelo professor na preparação didática, porém, devido a facilidade de acesso, muitas vezes é o único disponível para uso e serve como norte para todas as práticas do professor (Delizoicov *et al.*, 2018).

Nesse sentido, são relevantes algumas questões trabalhadas por Bachelard (2005), como o desenvolvimento do espírito científico que pode servir como partida para a análise de ideologias presentes nos LDQs, pois consegue transpor como o conhecimento científico é produzido (Santos, 2006). Além de questões da construção de conhecimento científico, Bachelard (1991) ainda trabalha com os obstáculos epistemológicos, que podem ser consideradas áreas de lentidão no processo de aquisição de conhecimento. Essas áreas são inerentes do próprio conhecimento e como este é apresentado, bloqueando seu desenvolvimento (Bachelard, 2005).

Assim, os obstáculos epistemológicos estudados por Gastón Bachelard dividem-se em cinco categorias (Bachelard, 2005):

1. Obstáculo da Experiência Primeira: relaciona-se com o saber que o aluno já possui a respeito do tema estudado, isto é, como o saber popular entende os fenômenos;
2. Obstáculo Animista: originado quando atribuído ao objeto de estudo características dos seres vivos, com a finalidade de explicar um fenômeno;
3. Obstáculo Realista: surge quando o aluno se satisfaz com a explicação concreta do fenômeno e não consegue desenvolver a abstração necessária para um entendimento completo;
4. Obstáculo Substancialista: ocorre quando um fenômeno é explicado de forma simples, mas de forma incoerente; e
5. Obstáculo Verbal: observado quando termos do senso comum ou analogias são utilizados, de forma incorreta, para facilitar o aprendizado.

Santos (2006) elenca alguns dos obstáculos epistemológicos de Bachelard comumente presentes nos LDQs como: o conhecimento comum, ou não científico, que se baseia na percepção e não na reflexão (característico do conhecimento científico); a generalização, que ocorre quando a ausência de clareza sobre uma lei dificulta o interesse pelo seu estudo mais aprofundado; e o substancialismo, onde são atribuídas qualidades diversas às substâncias, moléculas, etc.

Ao se trabalhar com a avaliação de livros didáticos de química, foram aceitos muitos dos preceitos propostos por Santos (2006), como a necessidade que o LDQ tem em contribuir para a promoção das competências e habilidades, os caráteres que apresentam a maleabilidade da ciência enquanto produto de seu meio, dentre outros. Apesar destes critérios, é essencial não perder o foco de que a análise tem como enfoque principal a abordagem CTS que o livro apresenta.

MATERIAIS E MÉTODOS

O instrumento utilizado para a análise dos dados da pesquisa (coletados a partir de livros didáticos de Química, Física e Matemática para Ensino Médio) foi construído a partir da tese de doutorado de Menestrina (2008) e da dissertação de mestrado de Santos (2006), tendo o último tratado sobre avaliação de Livros Didáticos de Química.

Para a estruturação do instrumento de medida, ordenaram-se as questões seguindo um grau de dificuldade para agrupá-las por afinidade de assunto, ou seja, categorizando-as, além de serem descritas regras para seu preenchimento. Também, foram utilizadas afirmativas procurando atender aos seguintes princípios (Lindeman, 1983): clareza; isenção de ambiguidade; dificuldade da leitura ao nível do grupo; não reprodução textual de frases de livros ou de texto consulta; e, questões que não permitissem indícios de um item para o outro. Assim, o instrumento se constituiu em uma escala em que foram atribuídos valores numéricos para refletir a intensidade e a direção em relação às afirmativas (Baker, 2005).

As afirmativas analisadas foram agrupadas em quatro categorias: Linguagem dos Textos, Livro do Professor, Aspectos Históricos da Construção do Conhecimento (AHCC) e Abordagem e Contextualização CTS.

De acordo com Yin (1989, p. 23), "análises orientadas por categorias já testadas em outros estudos, ou teoricamente fundamentadas oferecem qualidade ao trabalho". Assim, categoria é um processo de construção onde o pesquisador associa o referencial teórico e as respostas do questionário, isto é, categoria é a reunião, via classificações, a respeito de um único assunto ou tema.

> Quando uma pesquisa propõe categorias de análise que ajudam a compreensão da realidade, a Ciência avança. Mesmo que essas categorias possam ser provisórias e que possam brevemente ser substituídas por outras mais exaustivas e adequadas, elas qualificam e conferem sentido à pesquisa (Víctora, Knauth, & Hassen, 2000, p. 123).

Para cada categoria foi designado uma porcentagem de impacto no conceito final, sendo esta divisão representada pela Figura 1.

GRUPO DE CRITÉRIOS	PESO DO CRITÉRIO
1. Linguagem dos textos	10%
2. Livro do professor	20%
3. Aspectos históricos da construção do conhecimento	25%
4. Abordagem e contextualização CTS	45%

Figura 1. Porcentagem de cada área de análise
Fonte: os autores.

A escolha de diferentes porcentagens para as categorias de análise veio da necessidade de manter o foco do trabalho na avaliação da abordagem CTS presente no LDQ, porém, um instrumento que conte somente com a avaliação dos critérios de CTS torna-se empobrecido em sua avalição.

O instrumento é acompanhado pelas seguintes instruções de preenchimento: "abaixo são apresentadas algumas afirmativas, após a leitura atenta de cada uma, indique seu grau de concordância com as mesmas, utilizando valores numéricos de zero até quatro para quantificar a relevância do item, tendo o zero como **não se aplica**, o valor numérico 1 como **irrelevante**, o 2 como p**ouco relevante**, o 3 como **relevante** e o 4 como **muito relevante**". Além disso, o instrumento é composto de quatro planilhas de perguntas, sendo três para o preenchimento manual pelo avaliador e uma com o preenchimento automático, que calcula a

média que a coleção toda obteve. Ressalta-se, ainda, que somente a última planilha considera conceitos decimais, para que seja possível mostrar com maior precisão a nota final da coleção.

Ademais, destaca-se que esse instrumento serve para análise de diferentes áreas. No caso deste artigo, como já mencionado anteriormente, optou-se por analisar a coleção de livros "Química", dos autores Mortimer e Machado (2013), já que os pesquisadores adotavam este material didático em sua prática pedagógica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Da obra de Mortimer e Machado (2013), denominada "Química", os três volumes que compõem tal coleção foram avaliados individualmente, sendo cada unidade direcionada a um ano específico do ensino médio.

A obra apresenta uma abordagem em forma de temas, seguindo as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) (Brasil, 2006). Dentro de cada tema existem textos que visam a contextualização de conteúdos específicos de Química junto a sugestões de atividades experimentais e pesquisas, atividades estas que são seguidas por algumas questões. A exemplo, no Capítulo 1 (Volume 2), que trata de soluções e solubilidade, é apresentado o projeto "A água como produto industrial", no qual os alunos devem investigar a produção de água tratada em sua cidade. Para isso, eles devem responder, por exemplo, qual a porcentagem da população que recebe água tratada em sua residência e qual o custo de tratar 1000 litros de água.

O Manual do Professor somente se difere dos livros para os estudantes devido a um pequeno capítulo de orientações para os professores, impresso em tons de cinza, contendo uma explicação breve do objetivo de cada unidade. Por exemplo, para os Textos 1 e 2 do Capítulo 1 (Volume 3), o objetivo informado é o de iniciar o estudo das drogas sob o contexto do cigarro e do uso do tabaco, de forma que as questões do Texto 1 visam realizar um levantamento sobre o que os alunos já sabem a respeito do tema a ser estudado. O manual tem como primeiros itens algumas reflexões sobre o ensino de química "tradicional", visão de aprendizagem, classificação, diferença entre conceitos e definições e como trabalha-los, visão de ciência, e a função da experimentação em aulas de química (que é aumentar a motivação dos alunos e envolvê-los mais com o conteúdo).

Ao longo dos capítulos, os autores fazem referência a uma proposta de ensino de Química inovadora, valorizando os aspectos do processo de ensino-aprendizagem, seleção e organização dos conteúdos de Química e como abordá-los. Além disso, também traz outras propostas para facilitar o trabalho do professor em sala de aula e, é claro, as resoluções de exercícios (Figura 2).

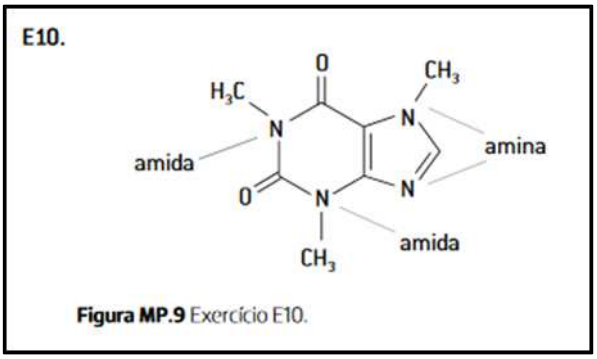


Figura 2. Resolução do exercício (Volume 3)
Fonte: Mortimer e Machado (2013)

Os projetos são descritos através de texto, na maioria das vezes, subsequente a algum texto temático. Alguns projetos se baseiam em experimentação e outros em aplicações no cotidiano como, por exemplo, no Capítulo 2 (Volume 2), em que o projeto visa realizar um estudo dos combustíveis do ponto de vista químico, ambiental e social. Este item está presente tanto no manual do professor quanto no exemplar dos estudantes, o que leva, muitas vezes, à ideia de que o livro privilegia a realização destes projetos individualmente pelos estudantes, como uma atividade complementar e algo a ser incorporado na prática pedagógica.

Quando os experimentos não fazem parte diretamente de um projeto, o livro os apresenta em forma de roteiro no final dos textos tentando integrar os mesmos à temática previamente abordada. Em suma, os experimentos se preocupam com o descarte de seus resíduos e utilizam de materiais cotidianos para sua

realização, salvo em algumas exceções, buscando não apresentar riscos ao estudante que quiser realizar a atividade em sua residência. Um exemplo de tal proposição pode ser observado na Atividade 1, Capítulo 3 (Volume 3), que trata da "Qualidade da água de sua cidade" em que se deve realizar uma discussão para eleger o principal corpo de água.

No final de cada capítulo há questões de vestibular e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Esta configuração é a mesma para todos os três exemplares da coleção. Todavia, verificou-se que alguns dos exercícios consistem em questões muito fechadas, limitando a possibilidade de resposta e a interpretação do aluno.

A seguir, apresenta-se a análise das quatro categorias relativas ao livro didático de Química abordado neste artigo.

LINGUAGEM DOS TEXTOS

Em relação a linguagem presente nos volumes da coleção, observou-se que é empregada na obra uma escrita menos formal, mais próxima e conectada ao cotidiano dos estudantes, similar a um texto jornalístico, visando uma melhor transposição dos conceitos através da exemplificação, por meio descrição de situações e aplicações, como apresentado, por exemplo, na Atividade 2, do Capítulo 5 (Volume 3), na qual é abordada as propriedades do PET e seu uso.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os conteúdos de Química devem ser apresentados e desenvolvidos de uma maneira articulada, com o objetivo de superar a visão fragmentada da ciência (Brasil, 1999). Além disso, deve ser considerada a ordem que parte dos fenômenos macroscópicos e gradualmente situar o estudante a respeito do mundo microscópico, pois os PCN defendem que os fatos macroscópicos já estudados podem ser um ponto de partida importante para a construção de modelos microscópicos (Brasil, 2000). A abordagem através da exemplificação demonstra auxiliar no processo de abstração de conceitos de ordem microscópica, partindo de situações observáveis pelos estudantes até a compreensão de fenômenos em menor escala ou não observáveis (Brasil, 1999).

Contudo, questiona-se a inclusão de alguns tópicos que visam auxiliar a compreensão de determinados artefatos científicos cotidianos, mas que se mostram dependentes de mais variáveis que as apresentadas na obra tornando a explicação vaga ou muito complexa para o nível de abstração proposta pelo tema – como pode ser constatado na abordagem sobre as telas de LCD (p. 140 – 143), no Volume 1 da coleção. Nesta seção do livro, por exemplo, observou-se que a explicação apresentada contrapõe a ordem de abordagem sugerida pelos documentos orientadores, que deveria partir do macroscópico e gradativamente seguir ao microscópico (Figura 3).

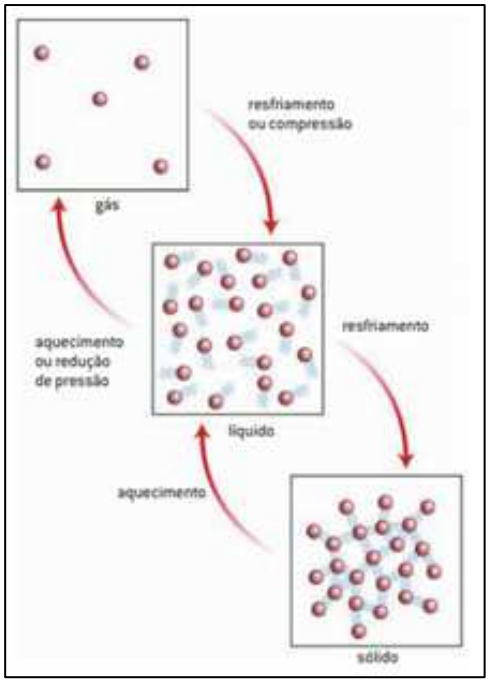


Figura 3. Modelo de partículas para os estados físicos (Volume 1)
Fonte: Mortimer e Machado (2013)

Além da superficialidade de certos tópicos – como pode ser observado na tentativa de contextualizar o conteúdo do Capítulo 3 (Volume 1), que trata sobre misturas e seus processos de separação –, o Capítulo 4 (Volume 1), intitulado "Aprendendo sobre o lixo urbano" (Figura 4), é iniciado com a frase "Uma das atividades que envolve a separação de misturas é o reaproveitamento do lixo doméstico", no entanto essa contextualização se torna rasa pois em nenhuma das atividades propostas no restante da unidade esse conteúdo é abordado de fato.



Figura 4. Início do Capítulo 4 (Volume 1)
Fonte: Mortimer e Machado (2013)

Notou-se também que alguns dos conteúdos abordados, principalmente no primeiro volume da coleção, necessitam de um nível de abstração muito grande, como pode ser visto no Capítulo 6, quando a mecânica quântica é explorada (Figura 5).

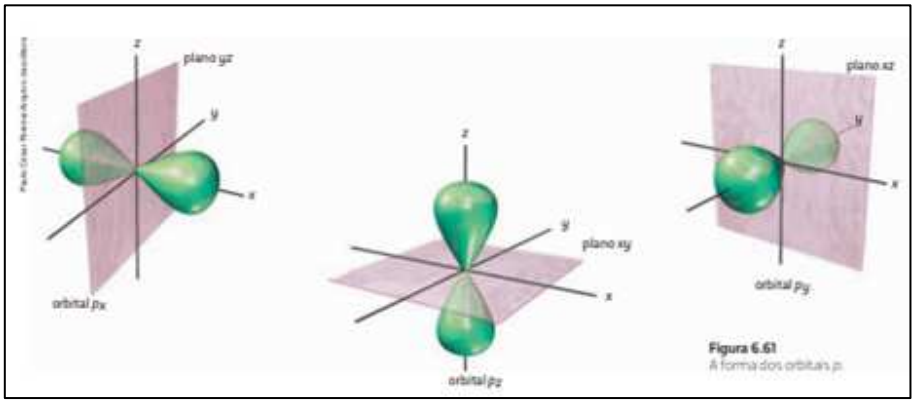
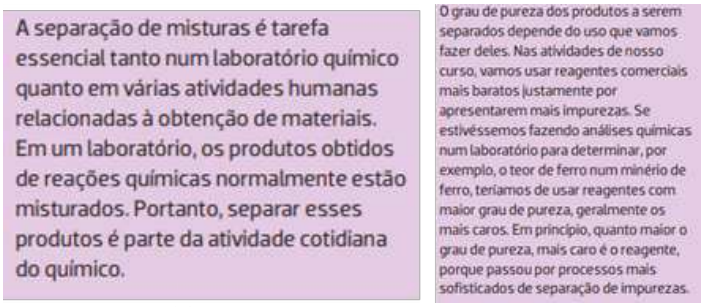


Figura 5. A forma dos orbitais p (Volume 1)
Fonte: Mortimer e Machado (2013)

Sob as premissas de Moreira e Masini (2011), elencam-se três estágios de abstração de um estudante: o primeiro é destinado às aquisições de conhecimento básico, com pouca abstração e adquirindo conhecimento por meio de materiais empírico-concretos; o segundo compreende a capacidade de operar conceitos secundários sem contatar os materiais concretos; e o terceiro como um nível pleno de abstração, onde não se necessita mais de um apoio nos materiais físicos e se torna capaz de compreender operações que o autor classifica como lógico-abstratas.

Os alunos de Ensino Médio, principalmente os que fazem uso do Volume 1 da obra de Mortimer e Machado (2013), podem se encaixar no primeiro estágio de abstração, visto que os aprendizes tiveram pouco contato com a disciplina de Química, fazendo com que ainda se encontrem em nível primário de desenvolvimento, tornando questões de abstrações secundárias ou plenas menos propensas a uma aprendizagem realmente significativa de tópicos como a mecânica quântica e a dualidade onda-partícula (Moreira & Masini, 2011). Assim, a abordagem sobre as telas de LCD no primeiro volume da coleção acaba por extrapolar o estágio de abstração esperado para estudantes da 1ª série do Ensino Médio.

Ainda sobre os textos, os mesmos se mostram muitas vezes confusos quanto a sua organização em relação aos temas, visto que não apresentam uma ordem cronológica e muitas vezes não se encontram em continuidade um com o outro, tornando-os de difícil compreensão no momento da leitura. Durante a transição entre os Capítulos 2 e 3 (Volume 1), os autores não evidenciam que os conteúdos estão interligados em uma mesma grande área, podendo ocasionar uma percepção equivocada e compartimentalizada dos conteúdos de Química para o estudante enquanto cidadão, levando-o a criar uma visão de que a ciência é dividida em tópicos que não se relacionam, premissa presente no ensino tradicional citado por Mizukami (2001) e combatido pelos próprios autores da coleção. No início do Capítulo 3 (Volume 1) não são retomados os conceitos de propriedades físicas da matéria, como densidade, que podem ajudar a compreender como são formadas misturas homogêneas e heterogêneas (Figura 6).


A separação de misturas é tarefa essencial tanto num laboratório químico quanto em várias atividades humanas relacionadas à obtenção de materiais. Em um laboratório, os produtos obtidos de reações químicas normalmente estão misturados. Portanto, separar esses produtos é parte da atividade cotidiana do químico.

O grau de pureza dos produtos a serem separados depende do uso que vamos fazer deles. Nas atividades de nosso curso, vamos usar reagentes comerciais mais baratos justamente por apresentarem mais impurezas. Se estivéssemos fazendo análises químicas num laboratório para determinar, por exemplo, o teor de ferro num minério de ferro, teríamos de usar reagentes com maior grau de pureza, geralmente os mais caros. Em princípio, quanto maior o grau de pureza, mais caro é o reagente, porque passou por processos mais sofisticados de separação de impurezas.

Figura 6. Texto introdutório ao Capítulo 3 (Volume 1)
Fonte: Mortimer e Machado (2013)

Ainda sobre o tipo de linguagem adotada nos livros, em sua maioria os textos são explicações teóricas sobre os conceitos. Em algumas situações, como no Capítulo 2 (Volume 1), há a utilização de um texto jornalístico que trata sobre o vazamento de óleo no mar. Esse texto abre muitas possibilidades para abordar questionamentos com os alunos para a reflexão a respeito de problemas ambientais, no entanto, no livro ao final da notícia é feita apenas uma questão ("Localize, na tabela periódica, os elementos citados no Texto 7. Em seguida, indique o símbolo de cada um e a coluna a que pertencem") sobre o texto e ela é meramente teórica.

Uma situação semelhante foi verificada no texto inicial no Capítulo 2 (Volume 2), em que os autores procuram introduzir os conceitos de termoquímica contextualizando com o tema de combustíveis e fontes alternativas de energia. Aqui, o texto compara o uso de combustíveis fósseis à energia obtida por usinas nucleares, porém, com uma explicação muito vaga sobre energia nuclear, deixando margem para dúvidas que exigem maior nível de abstração para serem respondidas, além de possibilitar que os alunos fujam do assunto proposto inicialmente, por exemplo quando cita a fusão do hidrogênio como uma possibilidade para a produção de energia.

Segundo Farias (2003) a utilização de textos jornalísticos põe o aluno em contato com a língua podendo promover a leitura, a conversação, os debates e as pesquisas escolares. Além disso, o jornal é atraente por possibilitar o contato com informações contextualizadas e interdisciplinares, abrindo espaço para que as aulas se tornem mais dinâmicas e interessantes aos estudantes, tornando mais fácil a formação de um cidadão crítico. Portanto, em relação a linguagem adotada nos livros da coleção analisada, no formato próximo a um texto jornalístico, pode-se perceber que é de fácil acesso aos alunos uma vez que está próxima ao seu cotidiano, contudo, alguns tópicos apresentados se tornaram um empecilho a compreensão total do assunto, pois eram superficiais ou muito complexos. Ainda, a falta de organização em relação aos temas, e até mesmo a ausência de continuidade, tornaram os textos muitas vezes confusos, prejudicando sua compreensão.

MANUAL DO PROFESSOR

Da análise do Manual do Professor, depreende-se que este poderia conter mais sugestões de trabalhos a serem aplicados junto aos alunos visto que, como comentado anteriormente, o LDQ tem um caráter bastante individual em um modo de "faça você mesmo" com relação aos experimentos e projetos.

Como citado previamente, o Manual do Professor apenas se diferencia do livro dos estudantes por possuir uma seção direcionada aos docentes, com orientações a respeito da importância de contextualizar os conteúdos e um breve resumo sobre cada capítulo. Assim, entende-se que seria interessante se algumas dessas sugestões estivessem presentes no decorrer dos capítulos, em forma de caixas de textos. Por

exemplo, na Atividade 1 do Capítulo 7 (Volume 1), em que é apresentado um experimento para trabalhar transformação química, o Manual do Professor traz dicas de como proceder com a atividade.

Em sua escrita geral, o LDQ também se posiciona de forma a desligar o professor do processo de ensino, visto que o exemplar do aluno contém uma boa base de experimentos e projetos que, quando lidos, incitam o estudante a realizá-los sozinhos mesmo sem uma boa base teórica ou uma abordagem do porquê realizar aquele experimento, deixando também livre a discussão e interpretação de resultados provenientes da execução dos mesmos, podendo causar aos discentes, dentre os obstáculos epistemológicos descritos por Bachelard (2005), o obstáculo verbal, como consequência de uma má compreensão após a realização do experimento/projeto proposto (Stadler, Souza, Gebara, & Hussein, 2012).

ASPECTOS HISTÓRICOS DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

Alguns aspectos da construção do conhecimento científico são privilegiados durante alguns temas como, por exemplo, no Texto 15 do Capítulo 1 (Volume 3), que traz um pouco da história sobre o vinho e a cerveja durante uma temática focada na relação entre as funções orgânicas e as drogas.

> Não há como determinar com precisão qual é a bebida mais antiga produzida pelo ser humano. As informações são controversas e não necessariamente comprovadas cientificamente. Os registros históricos disponíveis apontam para a cerveja e o vinho como as bebidas mais antigas, mas até hoje permanece um mistério sobre qual a região, em que época e como elas surgiram. Muitos consideram que a cerveja seja a bebida alcoólica mais antiga do mundo, pois há vestígios de sua existência datados de 8 mil anos atrás. Por outro lado, apesar da incerteza quanto à data e ao local das primeiras produções de vinho, pesquisas arqueológicas evidenciam que, provavelmente, a uva venha sendo cultivada há mais de 4 mil anos (Mortimer & Machado, 2013, p. 53).

Existem poucos momentos dentre os temas do livro que é transposto o caráter mutável da ciência através da história e como a Química é uma variante do contexto humanístico-social em que está inserida – a exemplo do Capítulo 4 (Volume 3), que trata do "Efeito estufa e mudanças climáticas: Química para cuidar do planeta".

Ao se deparar com os mitos propostos por Auler e Delizoicov (2001) – discutidos no tópico 1 deste artigo –, percebe-se que a desconstrução do terceiro mito somente é possível se, de forma efetiva, for abordado integralmente o processo histórico do desenvolvimento da ciência e tecnologia. Neste quesito, o livro aborda muito pouco este desenvolvimento histórico, fomentando a percepção que a ciência e tecnologia não têm vínculo com a sociedade e época histórica em que estão inseridas.

Os PCN também falam sobre a importância da quebra da dicotomia existente entre ciência e sociedade, que dificilmente são vistas como complementares evidenciando ao estudante que ele é parte do processo de desenvolvimento científico e tecnológico, que estes conceitos estão presentes em sua vida e podem ser modificados por eles (Brasil, 1999).

Apresentar aspectos éticos, políticos e culturais nos livros de ciência são de fundamental importância para o desenvolvimento do pensamento crítico, superando o que se coloca como "mar de falta de significado". Mesmo que seja, também, responsabilidade dos docentes da área realizar este tipo de junção entre as ciências sociais e exatas, o livro poderia sugerir mais e apresentar com segurança estes aspectos, abrindo oportunidades aos docentes sobre as relações que existem entre ciência, história e sociedade (Matthews, 1995).

ABORDAGEM DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Quanto a construção do conhecimento CTS por meio da coleção, esta foi avaliada considerando fatores como a habilidade de expor as inter-relações envolvendo ciência, tecnologia e sociedade no cotidiano do estudante, deixando claro sua interdependência, além de suas características epistemológicas e pedagógicas. Os aspectos verificados, neste item, correspondem ao de maior peso na avaliação, uma vez que o objetivo era o de quantificar a abordagem CTS presente na coleção escolhida.

Notou-se na coleção uma tentativa de contextualização do conteúdo científico por meio da abordagem em temas, porém, como já relatado, os textos se mostraram, em grande parte, desconexos e com uma proporção de conteúdo pouco significativa, visto que as informações pertinentes à Química eram representadas em pequenas áreas ou em adendos dos textos, evidenciando uma visão tradicional e conteudista (Mizukami, 2001). Neste contexto, percebeu-se na obra a intenção de uma abordagem por

exemplificação muito mais expressiva do que o emprego, de fato, da contextualização dos conteúdos de Química.

Para embasar esta visão tradicional e pouco contextualizada que o LDQ apresenta algumas vezes, pode-se citar o exemplo dos Textos 1 e 2 do Capítulo 5 (Volume 2). Ambos visam introduzir as reações de oxirredução para o discente que os lê, porém, os autores separam em dois textos este assunto, trazendo no primeiro somente a contextualização com pouco conteúdo de Química devidamente inserido, e o segundo como um texto que somente possui conteúdo e pouquíssima, ou nenhuma, contextualização.

Muitas vezes a contextualização presente no Volume 2 não correspondia com a proposta da coleção descrita no livro do professor. Não havia muita aplicação direta do que era relatado através dos textos com o cotidiano dos alunos e sim, aplicações industriais e tecnológicas, criando obstáculos epistemológicos quanto a representação da ciência só como aplicação na tecnologia. Isso é claramente evidenciado no Texto 6 do Capítulo 2 (Volume 2):

> Para entender o que é uma função de estado, vamos imaginar que você meça a temperatura da água de um recipiente e obtenha 25ºC. Suponha que você saia da sala e, ao voltar alguns minutos depois, meça de novo a temperatura do mesmo sistema e obtenha o valor de 27ºC. A água do recipiente é o sistema e, nesse momento, encontra-se em um estado termodinâmico diferente, pois o valor de sua temperatura e, consequentemente, de energia interna e entalpia é outro [...] (Mortimer & Machado, 2013, p. 84).

O LDQ apresenta também, em tímidos momentos, a efetividade do método proposto na abordagem química contextualizada em forma de textos temáticos, como no Volume 3, quando aborda os conceitos de funções orgânicas baseado na explicação do funcionamento de diversos psicotrópicos no corpo humano, sendo estes legais ou não, fazendo com que o estudante possa de fato conhecer a avaliar criticamente o uso destas substâncias, contribuindo para a formação de um cidadão crítico quanto aos produtos da ciência e tecnologia que estão presentes em seu cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo identificar a abordagem das concepções de CTS na coleção "Química", dos autores Mortimer e Machado (2013), pertencentes PNLEM. Para isso, um instrumento de análise de dados foi construído em forma de escala, onde foram atribuídos valores numéricos que refletissem a intensidade e direção de diferentes princípios – clareza, isenção de ambiguidade, dificuldade de leitura ao nível do grupo, não reprodução textual de frases de livros ou de texto consulta, e questões que não permitissem indícios de um item para o outro –, que foram reunidos em quatro grupos: Linguagem dos Textos, Livro do Professor, Aspectos Históricos da Construção do Conhecimento (AHCC) e Abordagem e Contextualização CTS.

Sobre a linguagem adotada nos livros da coleção analisada notou-se a fácil acessibilidade aos alunos. Entretanto, a superficialidade com que alguns tópicos eram apresentados se tornaram um empecilho ao total entendimento do tema. Já sobre o Livro do Professor, seria interessante se este trouxesse no decorrer dos capítulos orientações para a contextualização dos conteúdos ensinados em sala. Em relação ao AHCC, apesar de também ser responsabilidade do docente unir ciências sociais e exatas, faltam mais sugestões e segurança na apresentação das relações existentes entre ciência, história e sociedade. E, por fim, referente a abordagem CTS, apesar do esforço dos autores, nesta obra notou-se um emprego maior da exemplificação do que da contextualização dos conteúdos de Química.

De modo geral, percebeu-se que apesar dos pontos levantados sobre linguagem e organização dos conteúdos dos livros, e algumas questões sobre exemplificação e contextualização, os autores demonstram interesse em trabalhar a Química empregando a abordagem CTS, buscando quebrar a dicotomia entre teoria e prática com relação à Química e suas implicações sociais.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E. M., FIRME, R. N. (2008). Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. *Revista Ciência e Educação*, 14 (2), 251-269. Disponível em: https://bit.ly/39BB0a8. Acesso em: 27 fev. 2019.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. (2001). Alfabetização científico- tecnológica para quê? *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, 3(1), 105-115. Disponível em: https://bit.ly/3dUDKTu. Acesso em: 27 fev. 2019

BACHELARD, G. (2005). *A formação espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.

BACHELARD, G. (1991). *A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico*. Lisboa: Editorial Presença.

BAKER, M. J. (2005). *Administração de marketing*. Rio de Janeiro: Elsevier.

BRASIL (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio***.** Brasília: MEC.

BRASIL (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC.

BRASIL (2006). *Orientações curriculares para o ensino médio*. Brasília: MEC.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. (2018). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos* (1a ed.). São Paulo: Cortez.

FARIAS, M. A. O. (2003). *Como usar o jornal na sala de aula* (8a ed.). São Paulo: Contexto.

GÓMEZ, R. J. (1997). Progreso, determinismo y pesimismo tecnologico. *Redes*, 4(10), 59-94.

LINDEMAN, R. H. (1983). *Medidas educacionais* (5a ed). Porto Alegre: Globo.

MIZUKAMI, M.G.N. (2001). *Ensino: as abordagens do processo* (1a ed.). São Paulo: EPU.

MATTHEWS M.R. (1995). História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-172.

MENESTRINA, T. C. (2008). *Concepção de ciência, tecnologia e sociedade na formação de engenheiros: um estudo de caso das Engenharias da UDESC Joinville* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

MOREIRA, M. A; MASINI, E.F.S. (2011). *Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel* (2a ed). São Paulo: Centauro.

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H. (2013). *Química* (2a ed). São Paulo: Editora Scipione.

PACEY, A. (1999). *La Cultura de la Tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica.

SANTOS, S. M. O. (2006). *Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

SANTOS, W. L. P. (2007). Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva Crítica. *Ciência & Ensino*, 1(1), 1-12. Disponível em: https://bit.ly/2ypmiGf. Acesso em 27 fev. 2019.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. (2014). *Educação em química: compromisso com a cidadania* (4a ed.). Ijuí: Unijuí.

STADLER, J.P., SOUZA, F. S., GEBARA, M. J. F., HUSSEIN, F. R. G. S. (2012). Análise de Obstáculos Epistemológicos em Livros Didáticos de Química do Ensino Médio do PNLD. *Holos*, 2(28), 234-243. Disponível em: https://bit.ly/2xISeoX. Acesso em: 19 mar. 2018.

THUILLIER, P. O. (1989). Contexto Cultural da Ciência. *Ciência Hoje*, 9(50), 18-23.

VÍCTORA, C.G., KNAUTH, D. R., HASSEN, M. N. A. (2000). *Pesquisa qualitativa em saúde: uma introdução ao tema*. Porto Alegre: Tomo Editorial.

YIN, R. K. (1989). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications Inc.