

**ABORDAGEM DAS RELAÇÕES CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE NOS
CONTEÚDOS DE FUNÇÕES ORGÂNICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO
ENSINO MÉDIO**
**(How Science/Technology/Society relations are approached in the contents of organic
functions in high school chemistry)**

Carmem Lúcia Costa Amaral [carmem.amaral@cruzeirosul.edu.br]

Eduardo da Silva Xavier [silvaex@hotmail.com]

Maria DeLourdes Maciel [mmaciel@cruzeirosul.edu.br]

Universidade Cruzeiro do Sul – SP

Resumo

Este trabalho teve como objetivo verificar como a relação entre Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) está presente nos livros didáticos de Química recomendados pelo Ministério da Educação através do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio. O interesse pelo livro didático deve-se ao fato de ser o recurso mais utilizado pelo professor na preparação de suas aulas. Assim, é importante que pesquisas sejam realizadas com o objetivo de apontar onde os autores desses livros poderiam melhorar sua qualidade. Acreditamos que um dos caminhos seja a introdução da relação CTS, que surgiu a partir da necessidade de se estabelecer novos caminhos para o ensino, especificamente para o ensino de ciências. Um dos objetivos da educação CTS é criar condições para que os alunos desenvolvam habilidades e competências, tornando-os capazes de discutir questões científicas e tecnológicas que permeiam a sociedade. As análises dos livros didáticos foram realizadas utilizando-se como referência os descritores e indicadores propostos por Fracalanza e Megid-Neto (2006). Foi escolhida para o estudo a área de Química Orgânica, nos conteúdos referentes às funções orgânicas, por se tratar de uma área com grande aplicação na sociedade. Os resultados mostraram que, em geral, as relações CTS não estão totalmente contempladas nos conteúdos investigados, o que pode contribuir para que as aulas de Química sejam desenvolvidas por meio de atividades desvinculadas do contexto social dos alunos.

Palavras-chave: CTS; livro didático; Química no Ensino Médio.

Abstract

This paper aimed to verify how the relation between Science/Technology/Society (STS) is present in Chemistry textbooks recommended by the Brazilian Ministry of Education. The interest in textbooks is due to the fact that they constitute important resources used by teachers to prepare their classes. Thus, researches in this area are necessary to indicate how the authors could improve the quality of their books. We believe that one way to do this is the introduction of the STS relation, which took place because of the necessity in establishing new ways of teaching, specially the teaching of science. One of the goals of STS education is to create conditions to develop abilities and competences that qualify the students for discussions concerning scientific and technologic questions of everyday life. The analysis of textbooks used the descriptors and indicators developed by Fracalanza and Megid-Neto (2006) as reference. In order to carry out the study, we chose the area of Organic Chemistry, more specifically contents referring to organic functions, with great use in society. In general, the results showed that STS relations are not totally observed in the investigated contents, contributing to the development of Chemistry classes through activities apart from the students social context.

Keywords: STS; Schoolbook; high school chemistry.

Introdução

A complexidade do mundo atual requer do cidadão que este seja capaz de, além de compreender os fenômenos que ocorrem na natureza, interferir de forma crítica na tomada de decisões sobre o cotidiano que o cerca. Essa capacidade deve ser construída por meio de um ensino que privilegie as interações sociais vivenciadas na escola e de recursos e estratégias que requeiram uma participação ativa do aluno na construção do seu conhecimento, colocando-o como um dos principais responsáveis pela sua própria formação como cidadão. Para isso, acredita-se que os currículos escolares de Química devam transcender a abordagem tradicionalmente utilizada ao longo das três séries do ensino médio.

A utilização de um novo tipo de abordagem, embora seja útil no processo de ensino-aprendizagem, ainda é pouco usada na prática docente, pois como se sabe o professor de Química ainda valoriza modelos curriculares que enfatizam fórmulas e a memorização (Maroja, 2007).

Em suas orientações, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) referendam a visão da necessidade de se trabalhar os conhecimentos químicos de forma contextualizada, ou seja, relacionando-os com a realidade sociocultural do aluno e com situações problema que abram espaços em sala de aula para discussões sobre as aplicações e implicações dos desenvolvimentos advindos da ciência na evolução tecnológica e social. Assim, os PCNs exigem novas orientações metodológicas e teóricas para o ensino de Química, onde novas competências e habilidades deverão ser desenvolvidas visando uma compreensão das implicações de ciência e tecnologia nos modos de produção social. Essa nova diretriz vem ao encontro da tendência do movimento internacional CTS (Ciência/Tecnologia/Sociedade) de reforma do ensino de Ciências.

Para os defensores deste movimento tanto a alfabetização científica e tecnológica, quanto o letramento científico estão em consonância com o objetivo de formação para a cidadania, requerido pelos órgãos oficiais de educação no Brasil, pois contempla a apropriação pelo estudante de conceitos fundamentais da disciplina, valorizando a leitura, a interpretação e a análise crítica dos problemas do cotidiano relacionados com os conceitos aprendidos.

O movimento CTS surgiu a partir da discussão da necessidade de se estabelecer novos caminhos para o ensino, especificamente para o ensino de Ciências. Embora haja consenso da sua relevância e importância na formação dos cidadãos, não existe até o momento uma uniformidade para se tratar das questões sociais envolvidas com ciência e tecnologia (Silva et al., 1999). Segundo Stiefel (1995) parte dos obstáculos encontrados na sua efetiva aplicação se deve a dificuldade em estabelecer um modelo de ciência que responda às necessidades sociais da humanidade e que possa ajudá-la a refletir sobre sua própria realidade.

Para uma eficaz associação dos termos Ciência/Tecnologia/Sociedade numa relação triádica, requer-se trabalhar a ciência como atividade humana, historicamente contextualizada, indicando os cenários socioeconômico e cultural onde as descobertas científicas foram ou estão sendo realizadas, bem como, a apresentação das suas inter-relações com a tecnologia e a sociedade (Amaral et al., 2006).

Na perspectiva de uma educação básica abrangente, o papel do ensino formal é o de fornecer aos alunos condições de compreender a realidade na qual estão inseridos, tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto dos aspectos sociais, a fim de que eles possam tomar decisões de forma crítica e consciente a respeito dos assuntos que permeiam a sociedade (Silva; Cruz, 2004). Nessa orientação fundamentam-se argumentos a favor da alfabetização e do letramento científico e tecnológico, uma vez que buscam compreender o conhecimento científico, suas condições de

produção e sua aplicação, possibilitando ao indivíduo interagir com os elementos científicos e tecnológicos da vida social. Diversos documentos internacionais relativos à educação ratificam a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica ou ainda a utilização da relação CTS, principalmente em função dos interesses socioeconômicos, culturais e de formação da cidadania (Acevedo; Vasquez; Manassero, 2003).

Embora diversos especialistas em educação ressaltem a necessidade de alfabetizar científica e tecnologicamente a sociedade por razões socioeconômicas, culturais e de utilidade na vida cotidiana, os currículos e livros textos ignoram a maioria das discussões centrais sobre as relações CTS, as quais facilitariam o processo de alfabetização científica e tecnológica (Acevedo; Vasquez; Manassero, 2003). Isto pode ser justificado por ainda persistir o equívoco de que currículo seja compêndio, essencialmente conteudista, segundo modelo de ensino enciclopédico (Maroja, 2007).

Diversas pesquisas apontam para problemas na alfabetização científica no ensino de Química e que não contribuem com a missão de se oferecer ao aluno a compreensão dos fenômenos naturais e as condições para compreensão de suas aplicações e implicações sociais e tecnológicas. De acordo com Chassot (2004), algumas características contribuem para a ineficiência do ensino de Química, entre elas pode-se destacar: ensino asséptico, abstrato, dogmático e avaliado de uma maneira ferreteadora.

Nesse contexto, embora reconhecida a importância de ensinar conhecimentos químicos dentro de um contexto social, o cenário que se mostra não é satisfatório. Observa-se com frequência que a seleção, a seqüência e a profundidade dos conteúdos curriculares estão organizadas de forma estanque, acrítica. Desta forma, mantém-se um ensino descontextualizado, dogmático e alheio às necessidades e aos anseios da comunidade escolar em sua formação para a cidadania (Silva, 2003).

De acordo com Santos e Schnetzler (1996), um dos objetivos do ensino de química na formação do cidadão é o de fornecer conhecimentos fundamentais que permitam ao aluno participar da sociedade. Isso pode ser obtido por meio da inclusão das relações CTS nos currículos de química, de tal forma que os conteúdos não se restrinjam às teorias e fatos científicos, mas, sobretudo sejam relacionados com temas sociais relevantes (Schnetzler, 2002). Para tanto, acredita-se ser importante a realização de análises detalhadas das relações CTS presentes nos materiais didáticos antes da elaboração de quaisquer propostas de atividades que tentem ser incorporadas no currículo escolar.

A inserção das relações CTS no currículo escolar propicia o ensino por meio de resoluções de problemas, de confrontos de pontos de vista e de análise crítica de argumentos. Integrar essas relações no ensino da Química requer recursos e estratégias didáticas diferenciadas visando a proporcionar oportunidades para construção de uma visão mais adequada das Ciências e suas inter-relações com a tecnologia e a sociedade (Matos; Pedrosa; Canavarro, 2006).

Dada a importância da utilização dessa abordagem no ensino de Química e o fato de o livro didático ser o principal instrumento que os professores e alunos dispõem para o desenvolvimento das atividades de ensino-aprendizagem, decidiu-se investigar, por meio de uma pesquisa qualitativa do tipo bibliográfica, se os livros didáticos de Química contemplam as relações CTS em seus conteúdos, em particular, na área de Química Orgânica.

Metodologia

Escolha dos Livros Didáticos

Os seis livros selecionados nessa análise tiveram como referência o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – PNLEM/2007 (Brasil, 2007), divulgado através da Portaria nº 366, de 31 de janeiro de 2006 (Brasil, 2006). São eles:

- 1) NÓBREGA, O.S.; SILVA, E.R., SILVA, R.H. **Química**. São Paulo: Ática, 2005.
- 2) BIANCHI, J.C.A.; CARLOS A. H., MAIA, D. J. **Universo da Química**. São Paulo: FTD S/A., 2005.
- 3) FELTRE, R. **Química**, São Paulo: Moderna, 2005.
- 4) CANTO E.L.; PERUZZO, F.M. **Química na Abordagem do Cotidiano**, São Paulo: Moderna, 2005.
- 5) SANTOS, W.L.P. et al. **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.
- 6) MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química**. São Paulo: Scipione, 2005.

Nas coleções nº 3 e nº 4 foram analisados os volumes de número 3 cujos conteúdos se referem à Química Orgânica. Os outros foram volumes únicos. Na coleção nº 3 foi analisado o livro do professor.

Análise das Relações CTS nos Livros Didáticos de Química

As relações CTS foram analisadas tendo como referência os descritores propostos por Fracalanza e Megid-Neto (2006) apresentados no livro "O Livro Didático de Ciências no Brasil". Entende-se por descritores as grandes categorias de análise gerais e específicas, cujas características que constituem internamente as mesmas são denominadas indicadores (Amaral et al., 2006).

Fracalanza e Megid-Neto (2006) definiram indicadores para a avaliação das relações CTS em livros de Ciências (ensino fundamental), utilizando os valores numéricos 1, 2 e 3 para identificar o grau de presença das relações na obra (pouca, medianamente ou bastante, respectivamente). Esses indicadores foram adaptados para a análise dos livros de Química do ensino médio nos tópicos referentes às funções orgânicas, escolhendo-se neste estudo substituí-los pelos termos "Sim" quando presente e "Não" quando ausente. Foi acrescentada também a verificação das relações entre Ciência/Tecnologia, Ciência/Sociedade, Tecnologia/Sociedade, Tecnologia/Ciência, bem como, a relação triádica entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade para cada indicador (Quadro 1).

Com o indicador nº 1 procura-se identificar se o método científico é descrito na obra como uma seqüência rígida de passos. O indicador nº 2 busca identificar a contextualização histórica do processo de produção do conhecimento científico do ponto de vista epistemológico, indicando contexto e cenário socioeconômico e cultural nos quais as descobertas científicas foram produzidas. No indicador nº 3, verifica-se a desmistificação da figura do cientista como ser de extraordinário conhecimento e possuidor de capacidade intelectual elevada, levando o estudante a reconhecer que as descobertas e pesquisas científicas não são realizadas isoladamente, mas por grupos e em diversas partes do mundo. No indicador nº 4, busca-se nos textos inter-relações da ciência com

Quadro 1: Indicadores das Relações Ciência/Sociedade, Ciência/Tecnologia, Tecnologia/Ciência, Tecnologia/Sociedade e Ciência/Tecnologia/Sociedade.

Indicador	Relações CTS	Descrição dor Indicador	Sim	Não
Ind. 1	Ciência/Sociedade	Evita tratar o método de produção científica como conjunto de etapas padronizadas.		
Ind. 2	Ciência/Sociedade	Contextualiza historicamente o processo de produção do conhecimento científico.		
Ind. 3	Ciência/Sociedade	Atribui a produção do conhecimento científico genericamente a cientistas e/ou grupos de cientistas.		
Ind. 4	Ciência/Sociedade	Aborda a aplicação do conhecimento científico pela sociedade.		
Ind. 5	Ciência/Tecnologia/ Sociedade	Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico.		
Ind. 6	Ciência/Tecnologia	Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico.		
Ind. 7	Tecnologia/Ciência	Aborda o conhecimento tecnológico como fornecedor de técnicas para o desenvolvimento científico.		
Ind. 8	Tecnologia/Sociedade	Aborda a tecnologia como fator para a melhoria das condições de vida.		
Ind. 9	Ciência/Sociedade	Vincula o conhecimento científico e outras formas de conhecimento e evita tratá-lo com absoluta supremacia.		
Ind. 10	Ciência/Tecnologia/ Sociedade	Evita abordar Ciência – Tecnologia como potencialmente solucionadoras de qualquer problema.		

sociedade, verificando a presença das aplicações da ciência pela sociedade. Os indicadores nº 5 e 10 examinam as inter-relações da ciência com tecnologia e sociedade, integrando dessa forma os três eixos que sustentam a proposta de ensino baseada em CTS. Busca ainda, evidenciar uma abordagem de ciência – tecnologia que não se apresente como solucionadora de todos e quaisquer problemas da sociedade, reforçando o caráter humanístico da ciência. No indicador nº 6, analisa-se a ciência como fornecedora de subsídios ao desenvolvimento tecnológico. No indicador nº 7, verifica-se o inverso, ou seja, se os livros apresentam a tecnologia como potencializadora das descobertas científicas. Os benefícios à sociedade advindos do desenvolvimento tecnológico são analisados pelo indicador nº 8, no qual se verifica a presença da relação entre tecnologia e sociedade. Enfim, verifica-se no indicador nº 9 a vinculação do conhecimento científico aos ditos “saberes popular”, evitando tratar a Ciência com absoluta supremacia.

Resultados e discussão

Inicialmente foi realizada uma avaliação da presença dos indicadores em cada livro didático. O quadro 2 mostra os resultados dessa avaliação. O X indica a presença desses indicadores na obra.

Quadro 2 – Presença de Indicadores das relações CTS nos livros didáticos. L1= livro 1; L2= livro 2; L3= livro 3; L4= livro 4; L5= livro 5; L6= livro 6. Ind. = indicador. X = Sim

	Ind. 1	Ind. 2	Ind. 3	Ind. 4	Ind. 5	Ind. 6	Ind. 7	Ind. 8	Ind. 9	Ind. 10
L1	X	X				X				X
L2	X			X		X		X		X
L3	X		X	X		X		X		X
L4	X		X	X		X		X		X
L5	X	X	X	X		X		X		X
L6	X	X	X	X	X	X		X		X

Observa-se neste quadro que nenhum dos livros apresenta informações que possam ser correlacionadas com todos os indicadores. Isso não indica a má qualidade do material produzido. Pode-se notar também que as obras com maiores quantidades de indicadores das relações CTS foram: Química e Sociedade – Mól e Santos (coord.) e Química – Mortimer e Machado. Tal constatação confirma os pressupostos que orientaram a elaboração das respectivas obras segundo os autores:

Aprender Química não é memorizar fórmulas, decorar conceitos e resolver um grande número de exercícios. Aprender Química é entender como essa atividade humana tem se desenvolvido ao longo dos anos, como os seus conceitos explicam os fenômenos que nos rodeiam e como podemos fazer uso de seu conhecimento na busca de alternativas para melhorar a condição de vida do planeta (L5, p. 2).

Procuramos abordar temas que julgamos fundamentais para construir uma base conceitual que possibilite uma visão de conjunto da Química: procuramos abordar esses temas de forma contextualizada, buscando articular a construção do conhecimento químico e sua aplicação a problemas sociais, ambientais e tecnológicos [...] (L6, p.1).

Podem-se destacar, também, outros dois livros: Química – Ricardo Feltre (L3) e Química na abordagem do cotidiano (L4) – Canto e Peruzzo, cujos conteúdos analisados apresentam mais da metade dos indicadores das relações CTS. Segundo seus autores as obras têm como objetivo:

Promover a autonomia em relação ao aprendizado, tendo como ponto de partida a reflexão [...] Propiciar a compreensão da evolução do pensamento científico com a ampliação de conceitos e modelos. Fornecer embasamento científico para a tomada de decisões, utilizando a análise de dados. Estimular a análise crítica mediante o pensamento científico. Desenvolver a cidadania por meio de uma mudança de hábito e/ou de postura diante dos problemas ambientais, sociais e econômicos [...] (L3, p. 3,4).

[...] fornecer informações científicas atualizadas, particularmente nos aspectos ligados às convenções e às aplicações tecnológicas. Também procuramos comentar implicações da Ciência e da Tecnologia para o ser humano e para a sociedade. Sempre que possível, fatos do dia-a-dia são empregados, como ponto de partida motivador de um capítulo, o que visa instigar a curiosidade e despertar o desejo de aprender uma ciência extremamente vinculada à realidade [...] (L4, 2003).

A maioria das obras procura associar os conhecimentos científicos da Química Orgânica com fatos do cotidiano, embora essa contextualização muitas vezes não passe de mera citação no texto, como forma de exemplificar as aplicações das suas funções, não permitindo que os alunos possam compreender de forma mais abrangente as implicações sociais do uso da ciência e da tecnologia em seu contexto social. Essa mesma observação foi verificada em outras coleções didáticas analisadas por Wartha (2002) o qual observou a utilização da contextualização nas obras didáticas como mera descrição científica de fatos e processos do cotidiano. Neste trabalho foi verificado que embora os autores procurem estabelecer uma conexão entre o conhecimento científico e suas aplicações na vida prática, as relações CTS não estão necessariamente contempladas.

Após a avaliação geral, foi realizada uma análise mais detalhada de cada indicador em todas as obras. O resultado desta análise está apresentado na Figura 1, a qual mostra em quantos livros cada indicador foi encontrado.

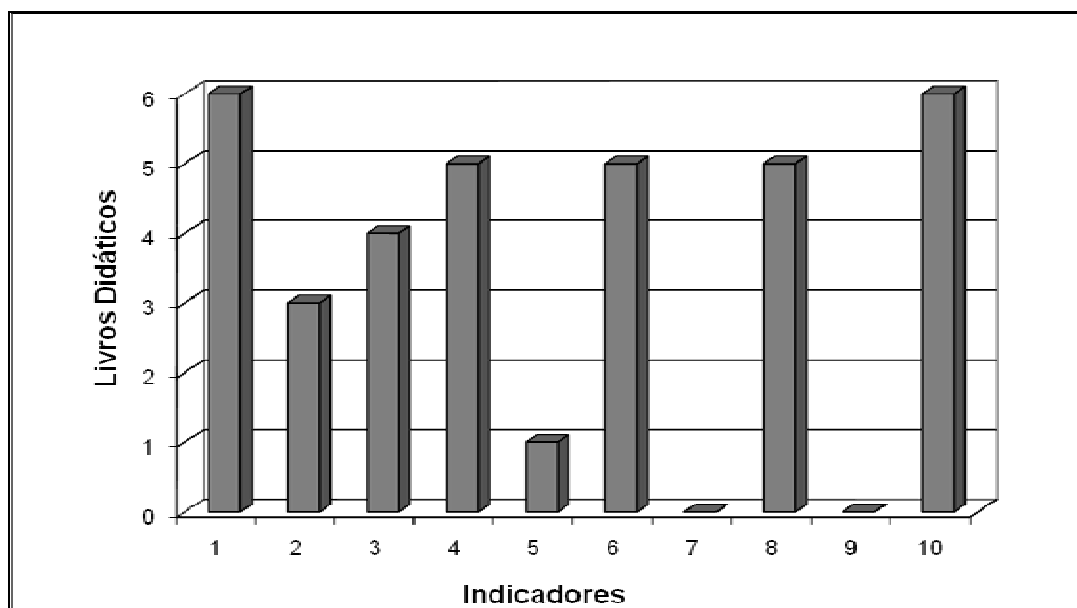


Figura 1 – Quantidade de livros onde cada indicador foi encontrado.

Verifica-se na Figura 1 que o indicador 1, está presente em todos os livros didáticos, ou seja, as obras evitam tratar o método científico como um conjunto de etapas padronizadas. Seus autores procuram apresentar esse aspecto imiscuído no texto como um todo, concordando com as afirmações de Amaral et. al., (2006). Essa observação é importante porque mostra a melhora na qualidade dos livros em relação a esse tema.

Em relação ao indicador 2, o mesmo encontra-se presente em metade das obras analisadas, evidenciando que nestes livros ainda há carência em relação à contextualização histórica da produção do conhecimento científico. Como pode ser vista nas citações abaixo, os autores não levam em consideração os aspectos socioeconômicos e culturais nos quais as descobertas científicas foram realizadas:

A proposta de uma fórmula estrutural satisfatória para o benzeno por Kekulé em 1865 foi importante o suficiente para justificar uma imensa comemoração na prefeitura de Berlim em 1890 pela comunidade científica, celebrando o 25º aniversário do anúncio da fórmula. O desenvolvimento da indústria de corantes sintéticos na Alemanha e, de fato, o florescimento da Química orgânica na última parte do século XIX deveram-se muito às teorias estruturais de Kekulé e de seus estudantes e colegas (L1, p. 397).

Nesse contexto, a preocupação com o armazenamento e estocagem de alimentos não era muito grande, já que de modo geral eram produzidos para serem consumidos, e não para serem comercializados. Com o desenvolvimento da indústria alimentícia, surgiu a necessidade de novas tecnologias que possibilitassem aumentar o estoque, a conservação, a variedade e a facilidade de preparo dos alimentos. Isso estimulou a busca de novos conhecimentos [...] (L5, p. 506).

Já ao final do século XIX, porém, o tabaco começou a ser industrializado sob a forma de cigarro. Seu uso espalhou-se como uma epidemia, por todo o mundo, a partir de meados do século XX [...] A partir da década de 1960, surgiram os primeiros relatos médicos que relacionavam o cigarro a várias doenças contraídas pelos fumantes. O até então charmoso hábito de fumar, muitas vezes associado à auto-afirmação das mulheres e dos adolescentes, passou a ser encarado como um vício [...] (L6, p. 349).

A presença de tal indicador possivelmente auxiliaria na associação das relações CTS, contribuindo na desmistificação da imagem dos cientistas como seres alheios a interesses próprios, políticos e econômicos da sua época, conforme afirma Stiefel (1995).

O indicador 3 está presente em mais da metade dos livros, demonstrando esforços por parte dos autores de tais obras em desmistificar a figura do cientista como ser de extraordinário conhecimento e possuidor de capacidade intelectual elevada, bem como, apresentar ao aluno que as descobertas e pesquisas científicas são realizadas em grupo e em todas as partes do mundo, evitando atribuir tais descobertas a cientistas específicos, além de corroborar para a concepção de trabalhar a Ciência como atividade humana, cuja égide é defendida pelo movimento CTS (Amaral et. al.,2006). Exemplos de citações nas quais pode ser evidenciado este indicador seguem abaixo:

[...] a história do benzeno é curiosa porque durante muitos anos os químicos se esforçaram para descobrir como os seis átomos de carbono e os seis de hidrogênio estavam “arrumados” na estrutura da molécula de benzeno (L3, p.60).

Os químicos descobriram, em laboratório, que a substância A possui, entre outras, as seguintes propriedades químicas: não reage com bicarbonato de sódio e reage com permanganato de potássio. Os químicos verificaram, experimentalmente, que X apresenta as mesmas propriedades químicas de A e que Y apresenta as mesmas de B (L4, p. 42).

Profissionais da área da saúde consideram que a quantidade de calorias ingeridas diariamente, provenientes de gorduras, não deve passar de 30% da quantidade total(L5, p. 520).

[...] segundo as organizações dedicadas à saúde pública, existem na fumaça do cigarro: o formol, usado para conservar cadáveres nas escolas de medicina, e a acetona, utilizada como solvente para remover esmaltes de unha (L6, p. 361).

Quanto à abordagem da aplicação do conhecimento científico pela sociedade (indicador 4), pode-se observar no quadro 2 e na figura 1 que quase todos os livros (exceto o L1) realizam essa abordagem, como pode ser notado nos exemplos abaixo retirados dos textos:

A creolina é uma solução desinfetante que contém uma mistura de o-cresol, m-cresol e p-cresol, cuja coloração escura deve-se à presença de partículas de carbono. Em contato com a água, forma um precipitado brando de cresóis. A creolina é muito usada como germicida e anti-séptico para lavar chiqueiros (L2, p.51).

Álcool anidro ou absoluto é o álcool praticamente isento de água (quase 100% etanol). É obtido, industrialmente, destilando-se o álcool comum com benzeno, o qual arrasta consigo praticamente os 4% de água existente no álcool comum. O álcool anidro é usado em mistura com a gasolina (L3, p.76).

Muitos produtos contêm no rótulo a informação de que possuem flavorizantes. Trata-se de substâncias que dão a eles o flavor característico. Existe uma infinidade de compostos orgânicos empregados como flavorizantes naturais e artificiais. Entre os flavorizantes artificiais, destacam-se os pertencentes ao grupo dos ésteres. Vários sabores de frutas podem ser bem imitados com baixos custos usando-se um ou, no máximo, dois desses compostos (L4, p.58).

O fenol, substância tóxica irritante e de cheiro forte, é utilizado na composição de desinfetante (a creolina) e para a produção de baquelita, corantes orgânicos, medicamentos, etc. Muitos desinfetantes são compostos por fenóis (L5, p. 515).

O ácido acetilsalicílico talvez seja o medicamento mais usado em todo o mundo, pelo seu preço e disponibilidade, como analgésico (para o alívio das dores), antitérmico ou antipirético (para abaixar a febre) e antiinflamatório (para reduzir inflamações) (L6, p. 368,369).

Isso mostra um imenso avanço em sua incorporação no conteúdo dos atuais livros didáticos, uma vez que o ensino de Química no ensino médio conforme estabelecido nos PCNEM deve ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, apresentando a ciência com seus conceitos, métodos, mas, sobretudo, relacionando-a ao desenvolvimento tecnológico e aos vários aspectos da vida em sociedade.

Entretanto, a discussão sobre os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico (indicador 5), foi encontrada em apenas um livro didático, Química – Mortimer e Machado nas seguintes citações:

[...] a queima parcial do combustível, fenômeno que se agrava no caso de motores mal regulados, produz uma série de materiais particulados – a fumaça preta que você vê sair de caminhões e ônibus com motores mal regulados – que agravam o problema da poluição atmosférica (L6, p. 364).

As desvantagens do etanol como combustível incluem, ainda, o baixo valor de energia obtida na sua queima, quando comparado à gasolina, e as grandes extensões de terra necessárias ao plantio da cana-de-açúcar (L6, p. 364).

Ainda que se reconheça a importância de discutir os impactos sociais e ambientais da aplicação do conhecimento científico na sociedade, tal aspecto não é discutido, nem tampouco mencionado, na maioria dos livros, concordando com Solbes e Vilches (2004) que destacam a pouca atenção dada na educação científica a respeito das implicações do uso da tecnologia no futuro da humanidade.

A abordagem do conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico (indicador 6), é tratada nos seis livros como pode ser visto nos exemplos abaixo:

A impressão de um filme fotográfico é possível graças às reações fotoquímicas (que ocorrem em presença de luz) quando disparamos a máquina fotográfica (L1, p.399).

[...] os alcinos são importantes intermediários em muitos processos industriais (produção de borrachas sintéticas, tecidos de vinil e isolantes) (L2, p.547).

Industrialmente, as aminas são usadas em certos tipos de sabão, na vulcanização da borracha e em inúmeras sínteses orgânicas. Em particular, as aminas aromáticas são importantíssimas na fabricação de corantes (L3, p. 109).

Trata-se de um explosivo muito potente. Quimicamente falando, o TNT pertence à classe de compostos conhecidos como nitrocompostos. Explosivos, como o TNT, possuem muitas aplicações com finalidades pacíficas. É o caso, por exemplo, da abertura de túneis (L4, p. 56).

As amidas são matérias-primas utilizadas em laboratórios químicos e farmacêuticos para a produção de medicamentos e outros materiais. Um bom exemplo é o nylon, um polímero de amida (L5, p. 526).

Muitos ésteres são encontrados naturalmente nas frutas e lhe conferem seu odor característico, pois são líquidos voláteis. Por isso, os ésteres são usados como essência na fabricação de perfumes e como aromatizantes em alimentos (L6, p. 370).

Essas citações mostram que essa abordagem é apresentada como exemplo de aplicação direta da ciência na tecnologia e como exemplo para discussão dos avanços tecnológicos pelos quais a sociedade tem passado nos últimos tempos em função de novas descobertas científicas. Nessa perspectiva, ratificam-se os argumentos a favor da alfabetização científica e tecnológica que segundo Bybee (apud Acevedo; Vazquez; Manassero; 2003) podem ser entendidas como um conjunto de conhecimentos e práticas sobre o mundo natural e o domínio da tecnologia. Dessa forma, possibilita que o indivíduo interaja com os elementos científicos e tecnológicos da vida social, conforme o que preconiza autores e pesquisadores do movimento CTS como Acevedo, Vazquez e Manasero (2003).

Por outro lado, o mesmo não se verifica no indicador 7, no qual busca-se uma abordagem cujo objetivo é demonstrar ao aluno que a tecnologia é fornecedora de técnicas para que novas descobertas científicas possam ocorrer. Esse indicador não está presente em nenhum livro didático analisado nesse estudo, o que contribui para que o aluno não possa compreender de forma mais abrangente as inter-relações entre tecnologia e ciência.

Como pode ser visto no quadro 2 e figura 1 e nas citações abaixo, os benefícios à sociedade advindos do desenvolvimento tecnológico (indicador 8) estão presentes na maioria das obras, principalmente quando se busca por meio da contextualização exemplificar a utilização de substâncias químicas produzidas pela indústria, e que estão diretamente relacionadas com o cotidiano dos alunos. Frequentemente, exemplos de utilização, pelas indústrias e sociedade, de alcoóis, ácidos orgânicos, ésteres, dentre outras substâncias químicas, aparecem nos textos, como tentativa de motivar e mostrar ao aluno a grande importância da Química na sociedade. Segundo Correia; Costa; Ferreira (2002), a Química é um importante instrumento para o desenvolvimento socioeconômico de um país, pois o desenvolvimento da ciência e tecnologia, além de aumentar a produção, contribui para a melhoria da qualidade de vida.

A principal utilização dos alcanos está na obtenção de energia. São usados como combustíveis em motores, como os de automóveis e de aviões, no aquecimento de casas e, em usinas termoelétricas, na conversão de energia térmica em elétrica (L2, p. 545).

Em 1865, o médico Joseph Lister (1827 – 1912) demonstrou, na Escola de Medicina de Glasgow (Escócia), o poder do fenol como desinfetante dos instrumentos cirúrgicos. Na época, isso representou uma grande conquista no combate às infecções hospitalares [...] (L3, p. 83).

Do ponto de vista industrial, a uréia é uma substância extremamente importante. Ela é fabricada em grandes quantidades por meio da reação, sob condições apropriadas, de gás carbônico e amônia. Entre muitas utilidades, destaca-se componente de fertilizantes, matéria-prima para plásticos, suplemento alimentar para o gado e matéria-prima para a indústria farmacêutica (L4, p. 62).

A descoberta do éter dietílico revolucionou a Medicina no final do século XIX, pois passou a ser utilizado como anestésico e permitiu a realização de cirurgias e extrações dentárias sem dores [...] (L5, p. 517).

O Brasil inovou ao produzir etanol como combustível de veículo. O etanol, no país, é produzido a partir da fermentação da garapa obtida da cana-de-açúcar, apesar de o etanol poder ser obtido pela fermentação de um grande número de produtos vegetais [...] (L6, p. 363).

Ao analisar o indicador 9 foi constatado que nenhum dos livros mostrou a vinculação do conhecimento científico com outras formas de conhecimento, contribuindo assim para que os alunos não construam uma visão mais adequada das ciências, que não seja a de “verdade absoluta”. Essa observação reforça o que muitas investigações mostram sobre o ensino de Química, ou seja, a Química que está sendo ensinada nas escolas não tem tido êxito por ser um ensino excessivamente abstrato e dogmático (Chassot, 2004).

Outros fatores importantes observados em todas as obras foram a preocupação e o cuidado dos autores em não vincular a relação ciência – tecnologia como solucionadora de todos os problemas da sociedade (indicador 10), mas sim como recurso que os cidadãos dispõem para a melhoria da qualidade de suas vidas.

Apesar de boa parte dos livros analisados não contemplarem totalmente os indicadores isso não indica a má qualidade do material produzido. Entretanto, acreditamos que não basta somente os livros trazerem questões que abordem CTS, é necessário que o professor esteja preparado para realizar a transposição didática por meio deles. Para que o professor consiga realizar a transposição é necessário que ele domine o conteúdo químico para saber selecionar os mais relevantes para seus alunos e possuir uma visão crítica sobre as implicações sociais da Química para obter êxito em uma proposta de ensino.

Conclusões

Embora tenham sido analisados somente os tópicos referentes às funções orgânicas, acredita-se que de forma geral as relações CTS também estejam presentes em outros conteúdos dos livros avaliados.

Os resultados mostraram que a inserção das relações CTS não está totalmente contemplada nos conteúdos de funções orgânicas nos livros didáticos, apesar da importância dos compostos orgânicos na sociedade e de suas aplicações e utilizações no cotidiano dos cidadãos.

Em alguns livros a abordagem das relações CTS aparece na maioria das vezes na forma de exemplificações, verificando-se pouca discussão em relação às implicações ao meio ambiente e ao contexto cultural e socioeconômico, não dando conta por si só em formar o aluno para sua efetiva cidadania.

Foi verificado também que os textos possuem linguagem simples e atualizada e buscam apresentar os conceitos da química por meio da contextualização. Esse foi o ponto forte de algumas obras tais como L5 e L6 conforme indicado no quadro 2. Além disso, essas duas obras são as que mais incorporaram mudanças no conteúdo curricular, transcendendo a abordagem tradicionalmente utilizada ao longo das três séries do ensino médio e fazendo uso de áreas temáticas para introduzir e apresentar conceitos científicos.

As obras L3 e L4, embora apresentem informações que podem ser correlacionados com mais da metade dos indicadores usados nessa investigação, apresentam uma estrutura tradicional, buscando relacionar os conceitos científicos com aplicações tecnológicas pela sociedade, em sua grande maioria por meio de exemplos. Contudo, não aprofundam discussões que propiciem o desenvolvimento do senso crítico dos alunos.

Os livros L1 e L2 buscam correlacionar os conteúdos com aplicações e até mesmo implicações do uso da ciência e tecnologia pela sociedade, porém em sua grande maioria apresentando-os na forma de notas e textos separados, ou seja, as relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade não aparecem imiscuídas no texto, o que pode tornar-se um obstáculo para que os alunos possam compreender essa relação triádica.

Algumas das constatações verificadas nesse estudo é a total ausência nos conteúdos dos indicadores 7 e 9 nas seis obras analisadas. O indicador 7 verifica a abordagem do conhecimento tecnológico como fornecedor de técnicas para o desenvolvimento científico e o indicador 9 aborda o vínculo do conhecimento científico com outras formas de conhecimento evitando tratá-lo como verdade absoluta. Em relação a este último, acredita-se que ao não vincular os conhecimentos científicos com os conhecimentos prévios dos alunos, contribui-se para a construção de uma imagem errônea da ciência, como verdade absoluta, além de tornar-se um obstáculo no processo de apropriação do conhecimento.

Outra tendência verificada em metade das obras é a falta de contexto histórico-cultural nos quais as descobertas científicas ocorreram, apresentando a ciência como produto acabado, não contribuindo para a compreensão do processo de construção do conhecimento.

Em suma, acredita-se que embora o livro didático tenha um papel importante dentro do contexto educacional brasileiro, ele sozinho não obtém êxito nas tarefas de alfabetização e letramento científico e tecnológico necessário para que os alunos desenvolvam habilidades e competências, capacitando-os ao pleno exercício da cidadania. Cabe ao professor em sua prática pedagógica utilizar outros recursos pedagógicos para potencializar o processo de formação desses cidadãos.

A pretensão de implementar as relações CTS no contexto educacional brasileiro coloca questões como: qual a compreensão dos professores de química sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade? Quais são suas crenças, suas concepções de progresso? O processo histórico vivenciado não teria contribuído para que uma parcela significativa dos professores, hoje, endosse uma perspectiva tecnocrática, concepção que inviabiliza o movimento CTS? Essas são questões que precisam de um aprofundamento teórico e empírico para uma efetiva implementação dessa relação no ensino brasileiro, e que merece atenção em futuros estudos e pesquisas sobre essa abordagem de ensino no contexto educacional nacional.

Referências

Acevedo, J. A., Vázquez, A. & Manassero M. A.(2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 2 (2). Disponível em www.saum.uvigo.es/reec/ volumes. Acesso em 06/11/2007

Amaral, I.A. (2006). Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H; MEGID, J.N. (orgs.). O Livro Didático de Ciências no Brasil. 1^a. ed. Campinas: Komedi.

Amaral, I.A.; Megid, J.N.; Fracalanza, H.; Amorim, A.C.R.; Serrão, S.M. (2006) Avaliando livros didáticos de Ciências. Análise de coleções didáticas de Ciências de 5^a a 8^a séries do Ensino Fundamental. In: FRACALANZA, H; MEGID, J.N. (orgs.). O Livro Didático de Ciências no Brasil (pp.199-214), Campinas: Komedi,

Brasil. Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: Química. Brasília, DF: MEC/SEB, 2007. Disponível em ftp://ftp.fn.de.gov.br/web/livro_didatico/pnlem_2008_quimica.pdf

Brasil. Portaria nº 366 de 31-01-2006. Brasília, Diário Oficial da União, fev. 2006.

Correia, C.R.D.; Costa, P.R. R.; Ferreira, V.F. (2002). Vinte e cinco anos de reações, estratégias e metodologias em Química orgânica. Química Nova, 25, Supl. 1, 82-89.

Chassot, A. (2004). Para que(m) é útil o ensino?, 2^a. ed. Canoas: ULBRA.

Fracalanza, H; Megid, J.N. (2006). O livro didático de Ciências: problemas e soluções. In: FRACALANZA, H; MEGID, J.N. (orgs.). O Livro Didático de Ciências no Brasil (pp.153-170). Campinas: Komedi.

Maroja, C. (2007). O Currículo de Química nas Escolas Públicas de Ensino Médio da Cidade de São Paulo.. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007.

Matos, M.L.; Pedrosa, M. A.; Canavarro, J.M. (2006). Interrelações CTS e aprendizagens significativas em química: Recursos para uma intervenção. PIEARCTS – Projeto Ibero Americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, CD ROOM.

Santos, W.L.P.; Schnetzler, R.P.; (1996). O que significa ensino de química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, 4, 28-34.

Schnetzler, R.P. (2002). A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. *Química Nova*, 25, Supl. 1, 14-24.

Silva, C.A.D.; Neto, J.C.N.L.; Almeida, N.; Barros, J.F.; Silva, D.; Ordonez, J.F.; Sanchez, C.G. (1999). O movimento CTS e o ensino tecnológico: Uma revisão bibliográfica. In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, São Paulo, CD-ROOM.

Silva, R.M.G. (2003). Contextualizando Aprendizagens em Química na Formação Escolar. *Química Nova na Escola*, 18,26-30.

Silva, M. J.; Cruz, S.M.S.C.S. (2004). A Inserção do Enfoque CTS através de Revistas de Divulgação Científica. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física; 2004, Santa Catarina: UFSC, CD ROOM.

Solbes, J.; Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre Ciência, Tecnología, Sociedad y ambiente e la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciências*, 22 (3) 337-348.

Stiefel, B. M. (1995). La naturaleza de la Ciencia en los enfoques CTS. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, 19-29.

Wartha, E.J. (2002). O Ensino Médio numa dimensão político-pedagógica: os parâmetros curriculares nacionais, o ensino de química e o livro didático. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

Recebido em: 08.04.08

Aceito em: 12.03.09