



Acta Scientiarum. Human and Social Sciences  
ISSN: 1679-7361  
eduem@uem.br  
Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Zorzi Sá, Marilde Beatriz; Santin Filho, Ourides  
Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos de química  
Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, vol. 31, núm. 2, 2009, pp. 159-166  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=307325326006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

# Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos de química

Marilde Beatriz Zorzi Sá\* e Ourides Santin Filho

Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.  
\*Autor para correspondência. E-mail: mari.zorzi@hotmail.com

**RESUMO.** Neste trabalho analisou-se o uso das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no tema Radioatividade em livros didáticos de Química. Foram consultados professores da rede pública do Ensino Médio, que indicaram as obras mais utilizadas em sua prática docente. Os títulos sugeridos foram analisados dentro de quesitos elaborados com base no Programa Nacional do Livro Didático e nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Estes quesitos foram divididos em dois grupos, um referente à estrutura geral da obra e outro referente às relações CTS. Os resultados mostram que as obras não têm preocupação em adotar abordagens que contemplam as relações CTS e que o assunto Radioatividade é tratado de modo descontextualizado e não atende às recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Por fim, são feitas sugestões de reestruturação de forma e conteúdo, com a intenção de deixar os livros mais adequados para o uso do aluno, mesmo quando o professor não se faz presente.

**Palavras-chave:** radioatividade, relações ciência, tecnologia e sociedade, livros didáticos.

**ABSTRACT. Relations between science, technology and society in chemistry textbooks.** This work deals with the subject 'Radioactivity' as it appears in high school Chemistry textbooks. We verified whether they followed a Science, Technology and Society (STS) approach in dealing with nuclear energy. Textbooks were chosen after a survey with public high school teachers. The criteria of analysis were based on the Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), on the Plano Nacional do Livro de Ensino Médio (PNLEM) and on the PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais). The general structure, proposed activities, as well as the treatment given to STS relations was analyzed. The results show that the STS relations are poorly discussed. The lack of these debates constrains the possibility of students taking a critical attitude in view of the necessity of nuclear power plants in our country. Some suggestions are given, in order to improve the quality of the textbooks, re-orienting towards a STS discussion.

**Key words:** radioactivity, science, technology and society relationships, textbooks.

## Introdução

Utilizado na maioria das salas de aula, o livro didático pode ser um grande auxiliar do professor na sua tarefa de contribuir para a formação e informação de seus alunos. Para tanto, é necessário que ele apresente uma proposta de trabalho que permita o desenvolvimento do raciocínio, da participação efetiva do aluno no seu aprendizado, que estimule a tomada de decisões, que tenha preocupação em resgatar os conceitos prévios, valorizando-os, que tenha articulação entre os assuntos abordados, que seja de leitura agradável e que tenha boa abordagem conceitual, enfim, que se torne um instrumento de ensino dinâmico e instigante.

Durante nossa atuação no magistério, percebemos que não são poucos os temas abordados

em sala de aula que causam especial interesse nos alunos. Clones, nanotecnologia, genomas e organismos geneticamente modificados são apenas alguns dos temas pelos quais eles demonstram forte interesse. O que dizer, então, do núcleo atômico? Tratado na maioria das vezes como mero coadjuvante dos processos químicos, o núcleo desperta interesse especialmente pelas suas possibilidades energéticas, para o bem ou para o mal, na escolha social de seu uso. Sendo assim, discussões que envolvem Radioatividade e Energia Nuclear ainda fascinam e assustam, mas a pouca abordagem em sala de aula não permite uma maior compreensão das potencialidades e dos riscos envolvidos no seu uso, impedindo, inclusive, a tomada de posição desses adolescentes ao abrirem o jornal de domingo e se depararem com notícias

acerca de acidentes com materiais radioativos ou sobre a retomada da construção de usinas atômicas no Brasil.

Se tal realidade é a que se impõe aos nossos educandos, os professores do Ensino Médio parecem também não viver situação diferente. Alheios ao que acontece à sua volta, às vezes por falta de interesse, de tempo ou esgotados em sua jornada de trabalho, os professores não conseguem se atualizar sequer no conteúdo dos currículos didáticos que devem ministrar. Restam muitas vezes, a eles próprios e aos alunos, as informações contidas nos livros didáticos, sobre os temas do dia-a-dia que volta e meia percorrem o noticiário dos telejornais noturnos. No entanto, será que os livros didáticos, materiais ao alcance de muitos alunos, realmente dão a eles a oportunidade de conhecer e compreender a Energia Nuclear com a importância devida, abordam seus usos e consequências, inclusive no contexto brasileiro, bem como sua importância estratégica? Essas questões foram motivadoras para investigar o conteúdo de livros dentro do tema 'Radioatividade', procurando fazer análise crítica e trazendo sugestões para a sua melhoria.

### **Importância do livro didático na ação docente**

Segundo Lajolo (1996), os livros didáticos no Brasil são centrais quando se referem à circulação, produção e à apropriação de inúmeros conhecimentos; têm, portanto, papel muito importante no contexto escolar. Eles são utilizados sistematicamente nas aulas e, muitas vezes, acabam determinando os conteúdos a serem trabalhados nos diversos componentes curriculares, direcionando e condicionando as diversas estratégias de ensino de grande número de professores. O livro deixa, assim, marcas decisivas naquilo que se ensina e no como se ensina nas escolas, constituindo-se em instrumento fundamental na prática pedagógica de professores nos processos de ensino e aprendizagem.

Aprender, dentro das atuais fronteiras do contexto escolar, significa atender às liturgias dos livros. O apego cego ou inocente a livros didáticos pode significar uma perda crescente de autonomia por parte dos professores (SILVA, 1996). Tal apego, certamente muito preocupante, decorre da percepção de que o livro se reveste de autoridade última de saber científico, como constata Freitag et al. (1978, p. 16),

[...] o livro didático não atua como auxiliar no processo de transmissão de conhecimento, mas como modelo padrão, autoridade absoluta, critério último de verdade: parece modelar os professores.

Tal fato é reforçado quando se leva em conta a precariedade das condições de exercício do magistério para muitos professores, conforme já observado por Lajolo (1996). A literatura atesta que o professor, ocasionalmente, não sabe o que e como ensinar (LOPES, 1991). Ele acaba orientando todas as suas atividades, todo o seu fazer pedagógico segundo os livros didáticos, mesmo quando estes não são adotados em suas turmas. Os livros lhe oferecem pronto o que deveria ser por ele preparado: a ordem dos conteúdos, os exercícios, as explicações dos mais variados assuntos.

Sendo tão relevante neste processo, o livro didático deve ter qualidade. Como instrumento pedagógico, deve conter informações corretas, ter relevância de textos e exercícios, dar oportunidade ao aluno de participar das atividades de forma crítica, consciente e ativa. Deve ter seu uso personalizado pelo professor que com ele trabalha e, como salienta Lajolo,

como um livro não se constitui apenas de linguagem verbal, é preciso que todas as linguagens de que ele se vale sejam igualmente eficientes. O que significa que a impressão do livro deve ser nítida, a encadernação resistente, e que suas ilustrações, diagramas e tabelas devem refinar, matizar e requintar o significado dos conteúdos e atitudes que essas linguagens ilustram, diagramam e tabelam (LAJOLO, 1996, p. 5).

Quanto ao conhecimento veiculado nos livros didáticos de Ciências, poucas mudanças foram observadas nas duas ou três últimas décadas. As coleções enfatizam sempre o produto final da atividade científica, apresentando-a como dogmática, imutável e desprovida de suas determinações históricas, político-econômicas, ideológicas e socioculturais (PRETTO, 1995; FRACALANZA, 1993).

No caso dos livros de Química, podem-se constatar mudanças com o decorrer dos anos, nem sempre para melhor. Segundo estudos realizados por Mortimer,

os livros de química, a partir de 1970, apresentam as maiores mudanças em relação a períodos anteriores. Alguns autores publicam duas edições diferenciadas para um mesmo livro. Além disso, os livros trazem uma gama de truques gráficos, como títulos de tamanhos e formas variadas, conceitos em destaque, inúmeras ilustrações, nem sempre relevantes, tabelas, gráficos, desenhos, fotografias. Cresceu consideravelmente o número de exercícios, porém a variação de tais exercícios se encontra apenas no aspecto formal, uma vez que, em sua maioria, é exigida apenas a habilidade de memorização de conteúdos (MORTIMER, 1988, p. 12).

Como consequência dessas transformações,

[...] apenas 30% do espaço dos livros acaba sendo reservado aos textos; exercícios e ilustrações ocupam, geralmente, espaço maior que os textos, o que na realidade condiz com a metodologia mais utilizada pelos professores, os quais dizem que as aulas expositivas e os exercícios são suas principais alternativas metodológicas. Isso evidencia a hipótese de que os livros didáticos têm sido utilizados não apenas como um recurso ao professor, mas como guias de metodologias utilizadas e de currículos programados (MORTIMER, 1988, p. 13).

Assim, muitos livros didáticos não possibilitam ao aluno construir o seu projeto de leitura, uma vez que tudo se apresenta a ele como pronto e acabado. Conceitos importantes já estão destacados, não havendo necessidade de seleção; a leitura é dificultada pelo número exagerado de esquemas, ilustrações e tabelas. O livro já apresenta o seu projeto de leitura levando o aluno a uma aprendizagem memorística. Pode-se até arriscar dizer que os livros, normalmente, se preocupam mais com a forma do que com o conteúdo (MORTIMER, 1988).

O livro didático de Química, no contexto da educação brasileira, tem sido o principal – quando não o único – instrumento de que professores e alunos dispõem para o desenvolvimento das atividades de ensino e de aprendizagem formal dessa disciplina. O grande número de títulos disponíveis no mercado, por um lado, proporciona ao professor mais opções de escolha e, por outro, aumenta sua responsabilidade. É, portanto, imprescindível que a escolha do livro didático seja feita de forma criteriosa e fundamentada na competência dos professores que, juntamente com os alunos, vão fazer dele um instrumento de trabalho (BARROS et al., 1999).

Levando em conta que ao longo de nossa história educacional o livro didático tem sido um poderoso instrumento que seleciona e organiza os conteúdos e as metodologias empregadas pelos professores, sua escolha não é tarefa nada simples.

Quais devem ser então, as qualidades esperadas de um livro didático? Tal questão vem sendo encaminhada e tem mostrado evolução no que compete à análise dos livros utilizados no Ensino Fundamental e, mais recentemente, é foco de atenção também para livros a serem utilizados no Ensino Médio. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), criado pelo MEC em 1997 (BRASIL, 1998), tem se mostrado eficaz no combate ao livro de baixa qualidade e tem tentado incentivar a utilização de livros mais corretos em termos de saber científico, preocupando-se ainda com aspectos éticos

(respeito às questões de gênero, raça e condição social) e com as características de cada região brasileira.

No ano de 2005, o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) abriu inscrições para análise de obras didáticas destinadas aos alunos do Ensino Médio, a serem incluídas no catálogo do PNLEM de 2005. Para tal, foram analisados livros didáticos de Português, Biologia, Física, Química, Matemática, Geografia e História.

No âmbito do PNLEM, a avaliação das obras baseia-se na premissa de que elas devem ser auxiliares do professor na sua missão educativa, lembrando, no entanto, que os livros não são o único recurso a ser utilizado por este na sua prática pedagógica. Sabe-se, porém, que o contexto educacional contemporâneo exige cada vez mais um professor capaz de suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos. Assim, os materiais de ensino, em particular o livro didático, têm papel relevante:

a obra didática deve considerar, em sua proposta científico-pedagógica, o perfil do aluno e do professor visados, as características da escola pública e as situações mais típicas e freqüentes de interação professor-aluno, especialmente na sala de aula. Além disso, nos conteúdos e procedimentos que mobiliza, deve apresentar-se como compatível e atualizada, seja em relação aos conhecimentos correspondentes nas ciências e saberes de referência, seja no que diz respeito às orientações curriculares oficiais (BRASIL, 2005, p. 33).

Propõe-se então neste trabalho analisar o tema 'Radioatividade e Energia Nuclear', presente em livros de Química do Ensino Médio, avaliando se o assunto é abordado levando em consideração as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A base metodológica do trabalho é aquela adotada pelo PNLD de 2004 e pelo PNLEM de 2005, exposta à frente com mais detalhes.

#### O plano nacional do livro de ensino médio (PNLEM)

No ano de 2005, o Ministério da Educação, por intermédio da Secretaria de Educação Básica-SEB e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação-FNDE, comunicou aos titulares de direitos autorais a abertura de inscrições para o processo de avaliação e seleção de obras didáticas destinadas aos alunos do Ensino Médio, que seriam incluídas no catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio – PNLEM/2007.

Produto de ampla elaboração que vem sendo conduzido desde 1995,

[...] o PNLEM apóia-se sobre o aprimoramento de quase uma década do processo de avaliação de obras didáticas, iniciado pelo PNLD. Esse aprimoramento é decorrente da experiência acumulada em avaliações anteriores, da melhoria da qualidade das obras apresentadas em cada edição daquele programa e, também, produto do debate e da pesquisa que vêm ocorrendo, principalmente no meio acadêmico, a partir de 1995. Assim como se busca um aprimoramento constante do processo, esperam-se, em contrapartida, obras didáticas cada vez mais próximas das demandas sociais e coerentes com as práticas educativas autônomas dos professores (BRASIL, 2005, p. 34).

De acordo com o edital, toda obra didática deve contribuir para o atendimento dos objetivos gerais do Ensino Médio estabelecidos pelo Artigo 35 da LDB da Educação Nacional (LDB; lei 9394/96), que apresenta como finalidades, dentre outras:

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos [...]

O mesmo Edital estabelece em seu Anexo IX – que trata dos princípios e critérios para avaliação de obras didáticas para o Ensino Médio de Química – que as obras didáticas

[...] não podem ser concebidas como apostilas, com informações, regras e recomendações que visem apenas a preparação do aluno para o ingresso no ensino superior (BRASIL, 2005, p. 33-34).

O PNLEM/2007 apresenta dentro de suas orientações para avaliação de obras didáticas, ‘critérios comuns’ a serem aplicados às obras das diversas disciplinas e ‘critérios específicos’ para avaliação de obras voltadas às ciências da natureza e suas tecnologias (Física, Química e Biologia).

Os critérios comuns são de duas naturezas: ‘eliminatórios’ e de ‘qualificação’. Os critérios ‘eliminatórios’ se subdividem em três quesitos, dos quais destacamos dois deles: o primeiro, a correção e adequação conceituais e das informações básicas; o segundo critério, a coerência e pertinência metodológicas.

Quanto ao primeiro quesito acima, afirma o PNLEM que

[...] a obra didática deve mostrar-se atualizada em suas informações básicas e, respeitadas as condições de transposição didática, em conformidade conceitual com as mesmas ciências.

[...] o desenvolvimento de capacidades básicas do pensamento autônomo e crítico [...] adequados ao aprendizado de diferentes objetos de conhecimento e ainda a percepção das relações entre o

conhecimento e suas funções na sociedade e na vida prática (BRASIL, 2005, p. 35-36).

Quanto aos critérios de qualificação comuns, espera-se que, além de a obra ser caracterizada pelo uso de linguagem gramaticalmente correta, que ela atenda, em sua estrutura editorial e em seus aspectos gráfico-editoriais.

Além de critérios comuns, existem alguns critérios específicos para as diferentes áreas do conhecimento. Dentre os critérios específicos de qualificação destacam-se alguns que procuram valorizar a obra que:

- propicie construção de uma compreensão integradora intradisciplinar, esperando-se uma articulação de uma visão de mundo natural e social;

- propicie condições para a aprendizagem da Ciência como um processo de produção do conhecimento e construção cultural, valorizando a história das ciências;

- apresente o conhecimento científico de forma contextualizada, fazendo uso dos conhecimentos prévios e das experiências culturais dos alunos;

- ressalte o papel das ciências naturais como instrumento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões, fundamentada em argumentações consistentemente construídas, e a inserção dos alunos em sua realidade social;

- possibilite a adaptação da prática pedagógica às condições locais e regionais, sem detrimento da abrangência nacional da obra;

- apresente uma variedade de atividades, destinadas à avaliação de diferentes aspectos do processo cognitivo, devendo estimular entre os alunos uma integração e o trabalho cooperativo;

- proponha discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar criticamente e posicionar-se diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual (BRASIL, 2005, p. 42-43, grifo nosso).

Destacamos, nos trechos reproduzidos acima, retirados do PNLD e do PNLEM, os pontos que nortearam a elaboração dos critérios de análise para os livros didáticos de Química para o Ensino Médio.

#### **Critérios adotados para a análise dos livros didáticos**

Os referenciais adotados para análise dos livros didáticos foram o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2004, o Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) do ano de 2005 e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1998 (Ensino Fundamental) e de 1999 (Ensino Médio). Conforme discutido

anteriormente, os referidos programas apresentam recomendações gerais sobre a qualidade das obras, seja em seu aspecto estrutural quanto de conteúdo didático. Buscamos fazer uma análise que verificasse aspectos de conteúdo, particularmente a intensidade com que as relações CTS foram contempladas no texto, e que verificasse a qualidade das atividades propostas aos alunos. Foram criadas tabelas que elencam premissas a serem atendidas que, a nosso ver, se espera de uma obra que aborde minimamente as relações CTS (Tabelas 1 e 2). Para cada um dos quesitos foi atribuído um valor numa escala numérica que varia de 1 até 5, conforme abaixo:

- 5- a obra atende plenamente ao quesito.
- 4- a obra atende satisfatoriamente ao quesito.
- 3- a obra atende parcialmente ao quesito.
- 2- a obra atende de modo insuficiente ao quesito.
- 1- a obra não atende ao quesito.

É importante ressaltar que os valores numéricos são apenas referenciais, de modo que não se pretende aqui executar uma análise quantitativa das obras, uma vez que ela não está ancorada em referenciais de análise de texto ou de discurso, mas apenas na presença, em maior, menor ou mesmo nenhuma intensidade, de proposições, frases e textos ou propostas de trabalho reflexivas que vinculem o tema aos aspectos CTS.

As Tabelas 1 e 2 a seguir contêm os quesitos elaborados para análise das obras.

**Tabela 1.** Critérios de análise das relações CTS contidas nos textos.

Quanto aos textos	Valor atribuído
1 - Os textos incentivam uma postura de respeito ao meio ambiente e às pessoas.	
2 - Existem sugestões de leituras complementares diversificadas para possibilitar uma melhor aprendizagem e uma postura crítica do aluno.	
3 - Relaciona o tema com o cotidiano do aluno.	
4 - Discute ou proporciona a discussão das relações de riscos e benefícios do uso da energia nuclear.	
5 - Aborda a possibilidade de se avaliar as reais necessidades brasileiras da construção de Usinas Nucleares.	
6 - Discute riscos ambientais decorrentes de possíveis acidentes, de forma realista.	
7 - Mostra uma evolução histórica dos fatos e acontecimentos.	
8 - Abrange questões sociais, políticas e éticas.	

**Tabela 2.** Critérios de análise das atividades propostas nos livros.

Quanto às atividades	Valor atribuído
1 - Apresenta atividades variadas e não apenas exercícios de memorização.	
2 - Apresenta atividades em grupos que permitam o trabalho cooperativo.	
3 - Propõe atividades que permitam e incentivam o respeito às opiniões alheias.	
4 - As atividades sugerem e proporcionam diferentes análises para os fenômenos, desenvolvendo o senso crítico e a busca de novas respostas.	
5 - As atividades propostas permitem ou incentivam o aluno a uma opinião crítica.	

### A escolha das obras

O número de títulos de obras didáticas de Química tem crescido bastante no Brasil, sobretudo nas últimas décadas, com expressivo número de obras lançadas em forma de volume único. Elas surgem agora em duas opções, a obra completa (usualmente concebida em três volumes, prevista para serem adotados inicialmente como um em cada série) e o volume único, mais condensado e mais barato, supostamente atendendo parcela maior dos estudantes.

As obras foram escolhidas em função de terem sido já examinadas em várias pesquisas na área de ensino (LOGUERCIO et al., 2001; MONTEIRO; JUSTI, 2000; MORTIMER, 1988; TIEDEMANN, 1998), e em virtude de sua grande tiragem e circulação, constituindo material usado tanto em escolas públicas quanto privadas. Além disso, realizou-se uma pesquisa rápida junto a professores da rede pública de ensino da cidade de Maringá, em que se perguntou qual(is) obra(s) o professor utiliza como material de apoio em suas leituras.

Boa parte dos professores perguntados citou mais de uma obra. Decidiu-se neste caso organizar uma tabela que considerasse o número total de citações obtidas e seus percentuais. Deve-se salientar que os números obtidos referem-se a uma triagem local, feita por telefone e que está sujeita às flutuações sazonais; portanto, podem não refletir uma realidade perene acerca do uso das obras pelos professores de Maringá, principalmente considerando as orientações da Secretaria de Estado da Educação.

Os títulos citados estão relacionados na Tabela 3, juntamente com o número de citações obtidas e os percentuais correspondentes.

**Tabela 3.** Títulos, número de citações e percentual das obras citadas pelos professores da rede pública de Ensino Médio de Maringá.

	Título	Cit.	%
L1	Química, Série Novo Ensino Médio; Antonio Sardella, Editora Ática – São Paulo, 2003.	11	30,6
L2	Interatividade Química, Coleção Delta; Martha Reis Marques da Fonseca. Editora FTD – São Paulo, 2003.	8	22,2
L3	Química, Série Brasil, Antonio Sardella e Marly Falcone; Editora Ática – São Paulo, 2004.	6	16,7
L4	Química – Realidade e Contexto, Antonio Lembo, Editora Ática – São Paulo, 2002.	6	16,7
L5	Química, João Usberco e Edgard Salvador, Editora Saraiva; São Paulo, 2002	3	8,3
L6	Química na abordagem do cotidiano, Peruzzo e Canto, Editora Moderna, São Paulo, 2002.	2	5,5
Total de citações			36 100

Do grupo acima optamos por analisar apenas as cinco obras mais citadas (doravante identificadas apenas como L1 até L5), que nos pareceram fazer parte de um universo mais significativo de obras de apoio adotadas, correspondendo a quase 95% das citações.

Deve-se lembrar que o tema ‘Radioatividade’ é abordado na segunda série do Ensino Médio, mas isso não constitui regra geral. Não é incomum que o tema seja levado para a terceira série, até porque em alguns livros ele aparece junto ao conteúdo de Química Orgânica, quase como fazendo parte de um apêndice ao ensino de Química. Nesta situação, o tema acaba ficando, por vezes, relegado a um rápido tratamento ao final da terceira série, isso se ainda houver tempo disponível de aula para o professor. Essa constatação suscita um debate que deveria fazer parte do meio acadêmico, com a participação de docentes do Ensino Médio: afinal, o tema deve ser abordado pela área de Química ou pela área de Física? É notável que, passados 30 anos da implantação da primeira usina atômica do país, essa questão permaneça indefinida.

## Resultados e discussão

Adotando-se os critérios estabelecidos anteriormente, geraram-se os quadros apresentados abaixo, que compilam os resultados obtidos para as cinco obras mais citadas, nos quesitos qualidade de texto e atividades propostas aos estudantes (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 4.** Resultado das análises dos cinco livros escolhidos quanto ao texto apresentado.

Quanto aos textos	L1	L2	L3	L4	L5
1 - Os textos incentivam uma postura de respeito ao meio ambiente e às pessoas.	1	2	1	1	1
2 - Existem sugestões de leitura complementar diversificadas para possibilitar uma melhor aprendizagem e uma postura crítica do aluno.	1	2	1	1	1
3 - Relaciona o tema com o cotidiano do aluno.	2	2	2	4	3
4 - Discute ou proporciona a discussão das relações de riscos e benefícios do uso da energia nuclear.	1	1	1	2	1
5 - Aborda a possibilidade de se avaliar as reais necessidades brasileiras da construção de Usinas Nucleares.	1	1	1	1	1
6 - Discute riscos ambientais decorrentes de possíveis acidentes, de forma realista.	2	1	2	2	1
7 - Mostra uma evolução histórica dos fatos e acontecimentos.	2	2	2	3	2
8 - Abrange questões sociais, políticas e éticas.	1	1	1	2	1

**Tabela 5.** Resultado das análises dos cinco livros escolhidos quanto às atividades propostas aos alunos.

Quanto às atividades	L1	L2	L3	L4	L5
1- Apresenta atividades variadas e não apenas exercícios de memorização.	1	2	1	2	2
2 - Apresenta atividades em grupos que permitam o trabalho cooperativo.	1	1	1	1	1
3 - Propõe atividades que permitem e incentivam o respeito às opiniões alheias.	1	1	1	1	1
4 - As atividades sugerem e proporcionam diferentes análises para os fenômenos desenvolvendo o senso crítico e a busca de novas respostas.	1	1	1	1	1
5 - As atividades propostas permitem ou incentivam o aluno a uma opinião crítica.	1	1	1	3	1

Como pode ser observado, nenhum dos quesitos em nenhuma das obras examinadas alcançou valor

superior a 3, indicando que as obras não atendem as expectativas de uma educação em que as relações CTS sejam contempladas.

De modo geral, após a análise das obras, verificou-se que:

1- não há nenhum posicionamento acerca das questões ambientais que envolvem a extração, enriquecimento ou uso e descarte de materiais radioativos nas atividades humanas em que eles se fazem presentes;

2- não há qualquer sugestão de leitura complementar para o estudante, nem a recomendação de que sejam buscados em periódicos de grande circulação notícias que poderiam ser fonte de debate em sala de aula. Às vezes há indicações nesse sentido no livro do professor, mas elas estão totalmente ausentes nos exemplares destinados aos alunos, que passam a depender da orientação dos professores, não havendo incentivo à tomada de iniciativa na busca de fontes mais profundas;

3- o tema não aparece vinculado ao cotidiano do aluno. Considerando que se trata de obras de circulação nacional, seria interessante alguma abordagem sobre os impactos sociais e econômicos que a presença de usinas ou de minas de extração de materiais radioativos tem sobre as populações que ocupam suas vizinhanças. Para os que moram longe das usinas, fica apenas a noção de que elas existem, mas o aluno sequer fica sabendo que pode estar usando energia delas proveniente;

4- não há qualquer discussão acerca dos riscos e benefícios do uso da energia nuclear. Alguns livros trazem, inclusive, ao lado de ilustrações de usinas, fotografias de explosões de bombas atômicas, abrindo espaço para um alarmismo improcedente de que uma instalação desse gênero poderia explodir tal qual uma bomba nuclear;

5- não se discutem em nenhum ponto as reais necessidades da construção de usinas nucleares no Brasil. O aluno não é informado das características da matriz energética brasileira (utilização de recursos hídricos, térmicos, nucleares, fósseis, eólicos etc.) nem das vantagens e desvantagens ambientais e econômicas da geração e distribuição da energia gerada por tais instalações, nem de suas possibilidades de crescimento;

6- não há qualquer menção aos riscos trazidos pela energia nuclear. Tampouco se discutem os riscos de outras fontes energéticas, por exemplo, da extração, refino, transporte e queima de combustíveis fósseis. Não se compara quais das diversas fontes energéticas são mais ‘limpas’ ou ‘sújas’ em termos da geração de poluentes;

7- o quesito que obteve os melhores valores refere-se à abordagem histórica do assunto. Mesmo

assim, deve-se salientar que se trata de uma história a-crítica, contada de modo cronológico e pontuando apenas seus aspectos mais relevantes, normalmente de natureza triunfalista ou catastrófica, e que por essas razões foram notícia na sociedade, sem uma abordagem crítica ou qualquer contextualização social. Tampouco se observou comentários acerca da geopolítica que norteou a opção pelo uso e o desenvolvimento de artefatos nucleares voltados para a corrida armamentista ou para a geração de energia;

8- questões sociais, políticas e éticas simplesmente não são trazidas para discussão nos livros.

Quanto às atividades propostas para os estudantes, a situação não é diferente:

1- os exercícios propostos são meras atividades de memorização;

2- não há sugestões de atividades em grupo ou cooperativas. Não se incentiva o debate de idéias;

3- como não há debate e nem a possibilidade de expor opiniões, não há incentivo ao respeito às diferenças de opinião;

4- não há possibilidade de serem feitas diferentes análises dos fenômenos, uma vez que as atividades propostas não permitem abertura para diferentes interpretações;

5- não há incentivo à formação de opinião crítica dos estudantes.

### Considerações finais

O livro didático é um dos poucos, senão o único material a que o estudante tem acesso. É ele que está sempre por perto da grande maioria dos alunos, é nele que os estudantes se apoiam em suas pesquisas e nos seus estudos. Dificilmente os alunos procuram ou se interessam, espontaneamente, por outro tipo de material. Assim, o livro utilizado deve ser o mais abrangente possível, deve dar orientações adequadas e convenientes para quem dele se utilize. Deve sugerir alternativas de outros materiais, deve ser claro e deve, principalmente, primar por uma educação integral que realmente veja na formação do cidadão um grande objetivo.

Contemplar uma visão pautada nas relações Ciência, Tecnologia e Sociedade auxilia o desenvolvimento de um cidadão crítico, atuante, envolvido com a sociedade em que está inserido. Assim, é de grande valia que os livros didáticos se apoiem em tais pilares na tentativa de atingir a todos os objetivos por que prima a educação atual.

De acordo com as análises realizadas dos livros mais citados pelos professores na pesquisa, percebe-se que eles estão aquém das expectativas com respeito às relações CTS, em um ou outro aspecto de abordagem, e não propiciam ao aluno

informações suficientes para seu aprendizado. As atividades propostas não permitem desenvolvimento de criticidade, de espírito de busca, de atitudes para atividades em grupo, de raciocínio. Não permitem a exposição e debates de ideias, a análise sob diferentes pontos de vistas para os fenômenos ocorridos, não existem sugestões de trabalhos em equipes, que incentivem o respeito às opiniões alheias, que desenvolvam um espírito de cooperação e de respeito entre os estudantes e que, por fim, possibilitem a tomada de decisões diante de fatos sociais relativos ao tema Radioatividade. Os textos não propiciam o desenvolvimento de uma postura de respeito às pessoas e ao meio ambiente, deixam de abordar questões sociais, políticas e éticas, não avaliam ou propiciam uma avaliação da relação dos riscos e benefícios da energia nuclear, fazem pouca ou nenhuma referência ao cotidiano das pessoas, não sugerem pesquisa, busca, textos complementares. Entendemos então que, para atender as expectativas de uma educação orientada pelos movimentos CTS, existe a necessidade de uma melhor elaboração de textos e de atividades.

Assim, segundo nossa visão, todos os livros analisados deixam, em maior ou menor grau, a desejar no que se refere às relações Ciência, Tecnologia e Sociedade. Recomendamos uma reestruturação geral destas obras, para que possam atender as necessidades desta tendência educacional. Para tanto, não poderíamos deixar de registrar algumas sugestões que possam vir a contribuir para o trabalho de autores e pareceristas.

É evidente que o tema 'Radioatividade', tratado nos livros didáticos, precisa apresentar um conteúdo formal e conceitual. Falar do núcleo atômico e de suas transformações, dos tipos de emissões radiativas, da cinética de desintegração, de transmutação artificial é necessário. No entanto, deve-se pensar em outros pontos relevantes, como os que abordam a utilização da energia atômica. Sugerimos alguns temas a serem explorados com mais detalhes e que exponham aos alunos as inúmeras possibilidades do uso da energia nuclear no cotidiano e em diversas atividades tecnológicas e de pesquisa:

- utilidade da datação com carbono 14;
- esterilização de alimentos e sua desmistificação quanto aos riscos de sobre de 'resíduos nucleares ou radioativos' após esse processo;
- diagnósticos e o tratamento de doenças;
- acompanhamento do metabolismo de plantas utilizando traçadores radioativos;
- estudo do comportamento de insetos também por meio da utilização de traçadores;
- aplicação na indústria de radiografias de peças metálicas no diagnóstico de rachaduras ou defeitos;

- utilização pelas empresas de aviação nas inspeções de partes metálicas em busca de indícios de 'fadiga' destas peças;
- utilização da energia nuclear em indústrias farmacêuticas para esterilizar seringas, luvas cirúrgicas, gaze e material farmacêutico em geral;
- relação custo/benefício da energia obtida;
- uso dos reatores nucleares em pesquisas científicas;
- importância das usinas para a economia local;
- comparação dos custos da energia gerada e distribuída por usinas nucleares e por fontes hidrelétricas e termoelétricas;
- possibilidade do uso de fontes alternativas de energia, tais como a energia solar, eólica e das marés, bem como de seus custos econômicos e ambientais;
- o estado atual da matriz energética brasileira.

Não se pode deixar de mencionar os riscos oferecidos por tal energia, como é o caso das contaminações nas usinas, a contaminação de rios, água, ar e do solo, as possíveis explosões em instalações, doenças causadas por quantidade de radiação em doses maiores que as recomendadas (efeitos biológicos da radiação), acidentes ocorridos, entre outros. Tais possibilidades devem ser debatidas com realismo, sem atitudes alarmistas e sem tampouco procurar minimizar seus riscos. Deve-se enfatizar também a importância de se abordar a questão do tratamento e armazenamento dos rejeitos radioativos. A relação risco/benefício do uso da energia nuclear deve ser continuamente cotejada com aqueles da produção e transmissão de energia de outras fontes.

Conforme discutido anteriormente, o livro didático é peça fundamental na atividade de alunos e professores. Ele deve passar de mero depositório de informações (e proposito de exercícios de adestramento e memorização) a material de leitura aberta, que forme e que informe, mas que também cause dúvidas, convidando os alunos a frequentarem outros veículos educativos, a fim de saciá-las.

## Referências

BARROS, H. L. C.; SILVA, P. S.; DAVID, M. A. *Exercício de análise de livros didáticos no projeto piloto de inovação curricular e capacitação de*

- educadores no Espírito Santo.** Espírito Santo: Secretaria Estadual de Educação do Espírito Santo, 1999.
- BRASIL.** Ministério da Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases.** Brasília, 1998.
- BRASIL.** Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.** Brasília, 1999.
- BRASIL.** Ministério da Educação e Desporto. **Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio.** Brasília, 2005.
- FRACALANZA, H. *O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil.* 1993, 302f. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1993.
- FREITAG, B.; MOTTA, V.; COSTA, W. **O Estado da arte do livro didático no Brasil.** Brasília: INEP, 1978.
- LAJOLO, M. Livro didático: um (Quase) manual de usuário. **Revista Em Aberto**, ano 16, n. 69, p. 3-9, 1996.
- LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de Química. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 557-562, 2001.
- LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. **Revista Educação**, v. 15, n. 3, p. 254-260, 1991.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de Química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 48-79, 2000.
- MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Revista Em Aberto**, ano 7, n. 40, p. 24-41, 1988.
- PRETTO, N. L. **A ciência nos livros didáticos.** 2. ed. Campinas: Unicamp, 1995.
- SILVA, E. T. Livro didático: do ritual de passagem à ultrapassagem. **Revista em Aberto**, ano 16, p. 11-15, 1996.
- TIEDEMANN, P. W. Conteúdos de química em livros didáticos de ciências. **Ciência e Educação**, v. 5, n. 2, p. 15-22, 1998.

Received on November 26, 2007.

Accepted on August 18, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.