

CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM TEXTOS COMPLEMENTARES DE LIVROS DIDÁTICOS

SCIENCE AND TECNOLOGY IN COMPLEMENTARY TEXTS IN TEXTBOOKS

Roseline Strieder¹
Maria Regina Kawamura²

¹Universidade de São Paulo/Instituto de Física/roseline@if.usp.br

²Universidade de São Paulo/Instituto de Física/mrkawamura@if.usp.br

Resumo

Durante as últimas décadas, vem ganhando uma maior ênfase a necessidade da educação científica promover competências para que os jovens possam lidar, de forma responsável e crítica, com questões relacionadas à cidadania e ao desenvolvimento social. Paralelamente, também as diretrizes e parâmetros mais recentes voltados para o ensino médio, têm chamado atenção para a importância da tecnologia e da promoção da responsabilidade social. Nessa direção, abordagens CTS poderiam vir a ter um espaço cada vez maior. Para isso, contudo, é necessário que a relação ciência-tecnologia passe também a ser contemplada no conteúdo escolar. O objetivo do presente trabalho é investigar a natureza e a representação da tecnologia, em suas relações com o conhecimento científico, que vêm sendo contempladas nos livros didáticos de Física mais recentes. Para isso foram analisados os textos complementares introduzidos nos mesmos, do ponto de vista da ciência, tecnologia e aspectos sociais. Os resultados obtidos mostram que apesar dessas questões estarem presentes, geralmente não se configuram como potenciais para desenvolvimento da perspectiva CTS.

Palavras-chave: Perspectiva CTS, Livros Didáticos, Representações de Tecnologia.

Abstract

During the last decades, the necessity of the scientific education to promote abilities so that the young can deal, of responsible and critical form, with questions related to the citizenship and to the social development, is coming to earn a greater emphasis. Also the guidelines and more recent curricular parameters directed toward the high school, have called attention for the importance the technology and the promotion of the social responsibility. In this direction, STS boarding could come to have a bigger space. For this, however, it is necessary that the relation science-technology pass also to be contemplated in the school subject. The objective of this work is to investigate the nature and the representation of the technology, in its relations with the scientific knowledge, which are being contemplated in Physics school textbooks. For this, complementary texts had been analyzed, of the point of view of science, technology and social aspects. The gotten results show that although these aspects to being present, generally they are not configured as potential for development of STS perspective.

Key words: STS Perspective, Textbooks, Representations of Technology.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, vem ganhando uma ênfase cada vez maior a necessidade de questionar, no conjunto da sociedade, os problemas, as limitações e, principalmente, as implicações da atividade científico-tecnológica. Em outras palavras, vem crescendo a defesa de um modelo de decisões mais democrático, no que se refere a questões que envolvem a ciência e a tecnologia, no qual a sociedade deixe de ser apenas observadora e passe a participar de forma responsável das decisões.

Tal desafio tem implicações no campo educacional, particularmente para o ensino de Física. Não basta mais ensinar apenas os conceitos científicos, desvinculados do entorno, da realidade dos educandos. O processo de ensino-aprendizagem deve contribuir para a formação desses cidadãos, capazes de opinar sobre questões científico-tecnológicas, entendidas como resultantes de vários fatores, dentre esses, os políticos e econômicos.

Paralelamente, também as diretrizes e parâmetros mais recentes voltados para o ensino médio têm chamado atenção para a importância da tecnologia e da promoção da responsabilidade social.

Influenciado por esse panorama, vêm ganhando destaque propostas de abordagens de ensino baseadas nos pressupostos da perspectiva ciência-tecnologia-sociedade (CTS).

Essa perspectiva educacional visa propiciar uma base formativa necessária para tornar possível a participação e a intervenção da sociedade, no que se refere a questões sociais que afligem a humanidade no presente momento histórico, e que estão relacionadas ao desenvolvimento tecnológico da sociedade contemporânea.

Existem diferentes propostas para desenvolver trabalhos nessa direção, algumas delas sistematizadas por Santos e Mortimer (2000). Dentre elas, encontramos maior sintonia com aquelas perspectivas defendidas por Auler (2002), que aponta e aposta “*em intervenções pontuais, diferenciadas, na escola real, com todos os seus vícios e condicionamentos*”. Nesse âmbito, trata-se de encontrar pistas ou pontos de apoio, nas situações de ensino e nos textos tradicionais, a partir dos quais possam ser desenvolvidas abordagens CTS.

Com o propósito de buscar espaços curriculares para intervenções dessa natureza no ensino de Física, neste trabalho, analisamos alguns livros didáticos de Física, utilizados nas escolas brasileiras de Ensino Médio.

Análises dessa natureza são importantes na medida em que, para desenvolver trabalhos na perspectiva CTS, é necessário que a relação ciência-tecnologia esteja pelo menos contemplada no conteúdo escolar. Considerando que no sistema educacional brasileiro, o livro didático é, ainda hoje, um dos materiais de maior influência, sendo o instrumento que orienta a seleção do conteúdo e a metodologia a ser desenvolvida nas escolas, podemos reconhecer que ele, de certa forma, representa um retrato desse conteúdo.

Ainda que de forma embrionária, vêm sendo realizadas pesquisas e estudos que analisam de que forma as interações CTS estão presentes nos livros didáticos de Ciências, Biologia, Química, Física e Geografia. De um modo geral, esses procuram compreender e analisar a concepção ou a imagem de CTS perpassada pelos livros. Há trabalhos direcionados a livros didáticos portugueses e espanhóis (Santos, 2001 e Solbes & Vilches, 1989 e 1992, respectivamente); mas, também, análises envolvendo livros brasileiros, como realizadas por Amorim (1995), referentes a livros de Biologia, Souza, (2005), com foco nas questões relativas à energia nuclear, ou ainda, Abreu, Gomes e Lopes (2005), analisando propostas de Biologia e Química. De uma maneira geral, esses trabalhos mostram que a inclusão de aspectos relacionados com a dimensão CTS nos livros didáticos é pouco significativa e que, quando contemplados, esses aspectos são encontrados somente em textos localizados em apêndices ou leituras complementares. Esses estudos destacam que a tecnologia é

apresentada, geralmente, como uma aplicação da ciência e que não são destacadas as implicações sociais, culturais, políticas e econômicas da ciência e da tecnologia.

Tomando como referência esses resultados, ao invés de investigar as relações CTS, optamos por focar nossa atenção na questão da tecnologia. Nesse sentido, no presente trabalho, pretende-se investigar de que forma a natureza e a representação da tecnologia, em suas relações com o conhecimento científico, comparecem nos livros didáticos de Física. Acreditamos que as questões tecnológicas representam o elo necessário para desenvolver trabalhos na perspectiva CTS.

Para tanto, abrimos mão de uma análise extensa dos mesmos, aspecto já desenvolvido em outros trabalhos, para investigar mais detalhadamente tópicos específicos. Assim, focamos nossa análise nos textos de leitura complementar presentes nos livros didáticos. Essa escolha deve-se ao fato de que a introdução desses tópicos complementares vem crescendo nas edições mais recentes (Wuo, 2000) e, de acordo com Abreu, Gomes e Lopes (2005), é o meio pelo qual estão sendo inseridos aspectos contextualizados e de natureza tecnológica.

OS LIVROS SELECIONADOS, SUAS ESTRUTURAS E SEUS TEXTOS

Para o presente trabalho, foram selecionados dois livros didáticos que afirmam a presença de textos complementares e que possuem perspectivas diferentes em relação à forma de ensinar Física. Quais sejam: Física: História & Cotidiano, de autoria de Bonjorno e outros, que de agora em diante passará a ser denominado Livro 1, e Física para o Ensino Médio (2002) de autoria de Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano, que de agora em diante passará a ser denominado Livro 2 (Tabela 1).

A restrição da amostra a apenas dois livros se justifica pelo interesse predominantemente qualitativo e não quantitativo. Esses dois livros possuem um total de 58 textos complementares, o que já resulta em um volume de material com condições suficientes para a caracterização desejada.

Tabela 1 - Amostra dos Livros Analisados

Livros	Autores	Representação
Física: História & Cotidiano, Volume único São Paulo, Editora FTD, 2003	Bonjorno, J. R., Bonjorno, R. A., Bonjorno, V. e Ramos, C. M.	Livro 1
Física para o Ensino Médio, Volume único São Paulo, Editora Scipione, 2002	Gonçalves Filho, A. e Toscano, C.	Livro 2

Ambos esses livros são apresentados sob a forma de volume único e desenvolvem o conteúdo com uma distribuição de tópicos muito semelhante. O Livro 1 está organizado em 15 unidades: Introdução (na qual discute a evolução, importância, método e ramos da física e, por último apresenta o SI e coloca atividades de conversão de unidades), Cinemática Escalar, Cinemática Vetorial, Dinâmica, Gravitação Universal, Estática, Hidrostática, Termologia, Óptica, Ondulatória, Hidrodinâmica, Eletrostática, Eletrodinâmica, Eletromagnetismo e Física Moderna. Além dessas unidades, no final há os tópicos: Experiências em Sala, Respostas, Siglas e Bibliografia.

O Livro 2 está organizado em 3 unidades, Mecânica, Física Térmica e Ótica e Eletricidade e Magnetismo, além dessas, no início há um texto intitulado: “*O que você vai estudar neste livro...*”, no qual é feita uma pequena introdução; e no final, como capítulos complementares é apresentada a Cinemática Vetorial, a Cinemática escalar, Questões do Enem, Listas de Exercícios, Respostas dos Exercícios, Tábua e funções trigonométricas, Bibliografia consultada e Bibliografia indicada.

O Livro 1 apresenta o conteúdo de forma sucinta, sem muito texto para leitura e sem muita discussão. Há uma grande quantidade de exercícios. Porém é o texto que contém as informações

necessárias para compreender os conteúdos e que direcionam o estudo. As ilustrações em geral reforçam o que já está escrito no texto. Os exemplos citados, assim como grande parte das ilustrações, estão relacionados tanto a fenômenos que ocorrem no dia a dia dos alunos quanto a aparatos tecnológicos presentes na vida de muitos estudantes, sendo predominantes os aspectos relacionados ao dia a dia. Porém, em virtude do caráter sucinto, não é feita nenhuma discussão maior a respeito. Ou seja, as menções sobre fenômenos do dia a dia ou sobre aparatos tecnológicos aparecem durante o desenvolvimento do conteúdo, geralmente no final, com o objetivo único de mostrar aplicações do mesmo. Assim, é comum nesse livro aparecer: “veja exemplos de (um determinado conceito) no dia a dia” e aí aparecem ilustrações ou, “no dia a dia vemos vários exemplos de (um determinado conceito), como por exemplo...”, aí são citados exemplos.

As atividades propostas são exercícios que possuem apenas uma resposta correta, prevalecendo os que necessitam de cálculos para serem resolvidos. Quanto a aspectos históricos, quando aparecem, são tratados nos textos complementares identificados por “A história conta” ou nas introduções dos capítulos. E novamente não há uma discussão maior, mas apenas a narração de alguns fatos históricos ou biografias de cientistas que estão relacionados ao conteúdo que será ou que foi tratado, passando assim uma imagem de que a ciência evolui de forma linear, por acumulação, sem conflitos.

No Livro 2 a abordagem dos conteúdos é proposta com ênfase na discussão e, assim, a presença da descrição qualitativa é maior. O vínculo entre o conceito físico e situações mais próximas do aluno está mais claro. As ilustrações, que, em sua grande maioria, desempenham o papel de exemplificar os conceitos científicos, se referem a fenômenos do cotidiano ou a aparatos tecnológicos, e algumas vezes reforçam o que está escrito no texto, outras vezes retratam questões novas.

Os exemplos, da mesma forma que no livro anterior, se referem a fenômenos que ocorrem no dia a dia e a aparatos tecnológicos.

A presença de exercícios é pequena, restringindo-se a questões dissertativas, contudo ainda de caráter mais numérico, todas só possuem uma resposta correta. Atividades experimentais são sugeridas em boxes no decorrer dos capítulos. Todas apresentam passos a serem seguidos pedindo para os alunos observarem o que acontece, e, em alguns casos, por meio de uma pergunta essa observação é direcionada.

Quanto a aspectos da história da ciência, se encontram dispersos no meio dos textos, em ilustrações e em alguns textos complementares. Porém, não é muito grande a presença dos mesmos. Também, em nenhum momento há biografias de cientistas; há referências a eles quando estão relacionados com o conteúdo em discussão, e no sentido de comentar as contribuições de tal cientista para determinado conceito.

Os textos complementares presentes no Livro 1, que somam 44 textos, estão divididos em dois tópicos intitulados “Física & Cotidiano” e “A História Conta”. De acordo com o autor, no primeiro tópico serão abordados “temas do dia-a-dia, de interesse atual e curiosidades que enfocam aspectos da física”, e no segundo “descobertas no campo da Física e de homens curiosos que se dedicaram a ciência, propiciando enormes avanços para o conjunto de conhecimentos científicos de que dispomos hoje”. Dentre esses, há textos curtos, que estão mais pra boxes, e alguns textos mais longos.

Grande parte desses textos não possui uma ligação com o restante do conteúdo e não interfere na exposição nem na organização dos mesmos. Ou seja, em muitos textos não há referência aos conceitos já trabalhados.

No Livro 2 há um total de 14 textos complementares, todos com mais de uma página, pertencem ao tópico “Texto e Interpretação”, e segundo os autores, são textos que estão relacionados com os tópicos apresentados e enfatizam aspectos da física moderna ou seu uso

tecnológico. No final desses textos há questões de interpretação do texto, sendo que todas as respostas às perguntas são encontradas no texto.

Os textos complementares do Livro 1 abordam mais aspectos históricos, ilustram determinado conceito, ou simplesmente trazer alguma curiosidade relacionada ou não ao conteúdo. No Livro 2, os textos trazem mais informações e/ou conteúdos que complementam o que já foi discutido, assim estão mais relacionados a tecnologias e questões da ciência.

AS RELAÇÕES CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE

Os conjuntos de textos das duas obras selecionadas foram primeiramente caracterizados segundo o tema, abordagem e vínculo com o conhecimento físico tratado no corpo do livro, procedendo-se, em seguida, a uma análise com foco específico na presença e natureza da tecnologia.

Para essa última fase, foram construídas categorias de síntese, a partir das convergências e contrapontos observados. Embora essas categorias tenham sido definidas à medida que a análise foi sendo realizada, inspirou-se fortemente no trinômio ciência-tecnologia-sociedade. Para isso, consideramos a pesquisa realizada por Santos (2001). Essa autora analisou de que forma a concepção CTS comparece nos livros didáticos de Ciências, utilizados no ensino básico de Portugal. Para tanto, especificou e cruzou dois universos de ensino com objetivos e lógicas diferentes (duas tendências epistemológicas diferentes), mas que se complementam. Quais sejam: "educação *sobre* ciência" e "educação *pela* ciência".

A "educação *pela* ciência", para a autora é a essência de um ensino CTS, e, nesse sentido, "*apóia-se num ensino mais humanista das ciências e tem em vista a conscientização social de que a ciência e a tecnologia também são elementos da cultura*".

A "educação *sobre* ciência" complementa e dá sentido à "educação *pela* ciência", nessa, a ênfase está no aprender a natureza e a história da ciência, valorizando tópicos com utilidades social e/ou valor humanístico, sem deixar de lado a aprendizagem dos conceitos científicos.

Também para essa autora, a "educação *pela* ciência", pode ter três perspectivas diferentes, de acordo com o valor que é atribuído à ciência, à tecnologia ou à sociedade, quais sejam: as que privilegiam a ciência (CTS), as que deslocaram esse privilégio para a tecnologia (CTS) e as que deslocaram para a sociedade (CTS).

Balizada por esses pressupostos, a autora centra a análise em dois aspectos fundamentais, um denominado quadro da natureza da ciência (relacionado com a "educação *sobre* ciência") que envolve "*discursos sobre o mundo da ciência*" e "*propostas e relatos de práticas experimentais*" e outro quadro sócio técnico (relacionado com a "educação *pela* ciência") que envolve "*cenários problemáticos de incidência social*" e "*outros cenários coadjuvantes do saber científico*". Em outras palavras, a autora busca explorar como as questões científicas, os temas de incidência social e as facetas tecnológicas comparecem nos livros didáticos.

Assim, no presente trabalho, procuramos analisar os textos complementares do ponto de vista da ciência, da tecnologia e dos aspectos sociais, bem como das possíveis relações que possam existir entre ambos.

Não nos propomos, a analisar a imagem ou as concepções de ciência e de tecnologia perpassada pelos livros didáticos, nem de levantar como as inter-relações da tríade CTS comparecem nos mesmos, já que, de acordo com pesquisas realizadas por outros autores, as mesmas são incipientes nos livros.

REPRESENTAÇÕES DE CIÊNCIA/TECNOLOGIA

- CATEGORIAS DE ANÁLISE/SÍNTESE

Os textos complementares presentes nos livros didáticos, puderam ser agrupados, a partir da análise desenvolvida, em quatro categorias diferentes, caracterizadas de acordo com a presença das:

1. Questões Tecnológicas
2. Questões do Cotidiano
3. Questões Científicas
4. Questões Sociais

Ou seja, além das questões que pudessem ter vínculo ou corresponder a ênfases na ciência (CTS), na tecnologia (CTS) e nos aspectos sociais (CTS), como apontado acima, foi necessário introduzir também, uma caracterização de forma explícita para aspectos ligados ao cotidiano.

Assim, textos que discutem ou apresentam em algum momento aspectos relacionados a aparatos ou **questões tecnológicas**, como funcionamento, utilização, história, vantagens e desvantagens fazem parte da primeira categoria.

Como esse é o foco específico de nosso trabalho, dentro dessa categoria, que mereceu maior atenção, buscamos levantar quais objetos tecnológicos são discutidos e de que forma se dá essa discussão. Assim, as questões tecnológicas foram analisadas de acordo com três relações:

- a) a relação entre a tecnologia e questões científicas:
buscamos analisar como se dá a relação entre a tecnologia e a ciência, para que a ciência é utilizada e de que forma.
- b) a relação entre a tecnologia e questões sociais:
buscamos analisar se questões sociais estão associadas a tecnologias, em que momentos e como se dá essa relação.
- c) a relação entre a tecnologia e aspectos do cotidiano:
buscamos levantar quais tecnologias estão presentes nesses textos.

Quanto às questões pertencentes à categoria **cotidiano**, elas correspondem a textos que possuem uma relação com o cotidiano dos alunos, sem haver referência a questões tecnológicas, como quando se discute, por exemplo, a fervura do leite.

Já os textos que possuem relação apenas com a ciência, pertencem à categoria denominada **questões científicas**, e, em geral, correspondem a abordagens históricas, embora não se restrinjam apenas a essas.

Por fim, quando há textos que mencionam, apresentam ou discutem aspectos sociais, esses foram agrupados na categoria denominada **questões sociais**. Buscamos analisar quais temas compõem e de que forma estão relacionados a aspectos tecnológicos e científicos.

Destaca-se que um mesmo texto, por se referir a diferentes questões pode ser classificado em mais de um grupo.

- RESULTADOS DA ANÁLISE

Os resultados dessa análise, apresentados a seguir, serão expostos de acordo com essas quatro categorias.

1) Questões Tecnológicas

Foi possível constatar que menções a aparatos tecnológicos se fazem presentes em ambos os livros, contudo, nos textos do Livro 2 essa presença é maior. Em relação ao conteúdo, no Livro 1

a presença maior de textos que discutem questões tecnológicas dá-se em Eletrodinâmica, já no livro 2 em Física Térmica e Eletromagnetismo.

Dentre as tecnologias presentes, pode-se citar: espaçonaves, coletor solar, radiador, serpentina, panela de pressão, máquina fotográfica, televisão, tecnologias que transmitem som e imagem (no Livro 2) e trens de levitação magnética, bicicleta, roupa dos astronautas, chave de fenda, termostatos, motores de explosão de quatro tempos, lentes de contato, microscópios, aparelho de ressonância magnética, tubo de Pitot, pilhas e baterias, garrafa de Leyden, desembaçadores automotivos, multímetro, supercondutores e fibra ótica (no Livro 1).

As discussões giram em torno, principalmente do funcionamento e da utilização desses aparatos. A utilização, diz respeito a exemplos de onde é usado determinado aparato, no sentido informativo, mas não as implicações dessa utilização. A preocupação maior está em explicar como as coisas funcionam e não em refletir sobre seus significados na sociedade contemporânea.

Em 50% (8 textos) dos textos a tecnologia é vista como uma contribuição positiva, sendo que em apenas dois são apresentados aspectos negativos relacionados à ela, envolvendo poluição sonora e o lixo eletroquímico, mais especificamente, implicações para a saúde humana. Nos demais, como não há muita discussão, a tecnologia aparece, geralmente, como algo que existe por si só, sem relação.

Quanto ao vínculo entre esses textos e o conteúdo anterior, alguns aparentam não ter, é o caso do texto “*Pedalando com ciência*” (Bonjorno, pg. 109), que descreve o funcionamento das bicicletas, e está colocado no capítulo sobre força, antes de discutir impulso, quantidade de movimento e equilíbrio.

Em outros textos, como o “*Os termômetros de liga bimetálica*” (Bonjorno, pg. 258), o vínculo dá-se no sentido de que ocorre a ilustração dos conhecimentos anteriormente apresentados, nesse caso, o de dilatação superficial, embora não se explicitem esses vínculos.

Há ainda textos em que o vínculo ocorre no sentido de complementar o conteúdo já discutido, como, por exemplo, no texto “*O envio de som e imagem a grandes distâncias: as radiações eletromagnéticas*” (Toscano, pg. 381), no qual é discutida a radiação eletromagnética, conteúdo não discutido anteriormente. Alguns desses textos, no caso do Livro 1, poderiam estar presentes no corpo do livro, e não como leituras complementares, é o caso do texto “*A chave de fenda*” (Bonjorno, pg. 207), onde é discutida a vantagem mecânica.

a) *Relação entre a tecnologia e o cotidiano*

A relação entre a tecnologia e o cotidiano dá-se no sentido de apresentar o funcionamento ou a utilização de algum aparato tecnológico pertencente ao cotidiano próximo dos alunos, como por exemplo, a panela de pressão, a máquina fotográfica, a chave de fenda, a televisão, a bicicleta, dentre outros. Como por exemplo, no texto “*A imagem no tubo da TV*” (Toscano, pg. 364), no qual é discutida a formação da imagem da televisão – tubo de raios catódicos, porém não são discutidas implicações/transformações da sociedade relacionadas ao seu uso. Outro exemplo é o texto “*Pedalando com ciência*” (Bonjorno, pg.109) no qual é descrito o funcionamento da bicicleta.

Quantitativamente, esses textos (relacionados ao cotidiano), representam em torno de 10% do total de textos relacionados a tecnologias, presentes no Livro 1 e no caso do Livro 2, todos os textos que discutem algum objeto tecnológico, referem-se a tecnologias presentes no cotidiano dos alunos.

b) *Relação entre a tecnologia e a ciência*

A relação entre a tecnologia e o conhecimento científico, dá-se de uma forma “nebulosa” no Livro 1, ou seja, quando está presente, não está de forma explícita. Também, não se parte da tecnologia para compreender a ciência. Os aparatos tecnológicos aparecem como ilustrações do

conteúdo. Ou seja, ele apresenta o conteúdo científico, a partir de leis, princípios, teorias e conceitos e depois comenta suas aplicações, utilizando-se de aparatos tecnológicos. Como é o caso do texto “*As ondas desvendam o corpo humano*” (Bonjorno, pg. 425), no qual há uma sintética descrição do fenômeno da ressonância nuclear magnética (sem detalhes) e a partir disso é apresentada a utilização desse conhecimento para obter imagens do corpo humano e de que forma isso acontece (como são obtidas e avaliadas as imagens por meio do aparelho de Ressonância Nuclear Magnética), mas isso tudo se dá de forma compacta, sem uma discussão dos conhecimentos envolvidos, não se pode dizer nem que há uma descrição de todos os conhecimentos, até porque o processo é complexo.

Em outros textos desse livro, essa relação (entre tecnologia e ciência) dá-se por meio do comparecimento de relações quantitativas, como, por exemplo, ocorre no texto “*A chave de fenda*” (Bonjorno, pg. 207), no qual relações quantitativas comparecem para demonstrar a vantagem mecânica da chave de fenda, contudo essas também são superficiais.

Muitas vezes, não há relação nenhuma entre a tecnologia e o conhecimento físico. A tecnologia não aparece nem como ilustração de um conhecimento, como é o caso do texto “*Os motores de explosão de quatro tempos*” (Bonjorno, pg. 309), no qual é descrito o funcionamento do motor em termos dos processos envolvidos (admissão, compressão, etc.), mas não da física das máquinas térmicas, na mesma página é apresentado é descrito o ciclo Otto, porém no texto não é feito nenhuma relação com os processos físicos. O mesmo acontece com o texto “*Fontes alternativas de energia elétrica*” (Bonjorno, pg. 605), ou seja, não há referência nenhuma ao conhecimento científico.

Porém o mesmo não acontece nos textos do Livro 2, apesar de não haver relações quantitativas (os textos não apresentam reações matemáticas), a presença do conhecimento científico é maior, já que o mesmo é utilizado para compreender o aparato tecnológico. Por exemplo, no texto “*Nas asas de um avião*” (Toscano, pg. 104), no qual é explicado, utilizando o princípio de Bernoulli, porque um avião consegue voar. Porém, em alguns desses casos, não há um aprofundamento maior do conhecimento científico, isso porque os conceitos já foram trabalhados anteriormente.

c) *Relação entre a tecnologia e questões sociais*

Essa relação está presente em apenas três textos do Livro 1 (*A audição humana*, *Lixo eletroquímico* e *Fontes Alternativas de Energia Elétrica*). No Livro 2 essa relação não está presente em nenhum dos textos complementares. Contudo, apesar de estar presente no Livro 1, não há muita discussão em torno das questões sociais.

No texto “*A audição humana*” (Bonjorno, pg. 441), a relação entre a tecnologia e a sociedade comparece porque são apresentadas duas tabelas, uma que apresenta o volume de determinados ambientes e aparatos tecnológicos e outra que apresenta a exposição máxima diária em relação ao nível de ruído.

No texto “*Lixo eletroquímico*” (Bonjorno, pg. 557), a relação comparece porque são apresentados os danos causados à saúde humana pelas substâncias presentes em pilhas e baterias, que está relacionada ao uso de objetos tecnológicos.

E por último, no texto “*Fontes Alternativas de Energia Elétrica*” (Bonjorno, pg. 605), a relação está presente porque são apresentadas fontes de energia solar e eólica como alternativas para locais distantes dos grandes centros e para diminuir os impactos causados no meio ambiente pela energia de combustíveis fósseis e nuclear.

É importante destacar, que nesses textos, a relação entre a tecnologia e as questões sociais não está muito clara. Cabendo, portanto, ao leitor fazê-las. Apesar de colocarem aspectos negativos relacionados à tecnologia, eles não aparecem de forma clara, um leitor que não possui conhecimento

de discussões dessa natureza, não consegue percebê-las. As implicações do uso desses aparatos na sociedade não estão presentes da forma como deveriam, ou seja, apesar de comparecer, implicitamente discussões sobre aspectos positivos e negativos, não há comentários claros sobre as implicações na sociedade.

2) *Questões do Cotidiano*

A presença de questões relacionadas ao cotidiano é marcante, principalmente no Livro 1. Essas, geralmente, referem-se a curiosidades, explicação de fenômenos, aspectos informativos e/ou preventivos ou simplesmente apresentam terminologias.

Fazem parte dessas questões, discussões sobre esportes radicais, raios ultravioleta e suas implicações para o organismo humano, instalações elétricas residenciais, equipamentos de segurança de automóveis, choque elétrico, efeitos da gravidade, fatores que influenciam para parar um automóvel, dentre outras.

O vínculo entre esses textos e o conteúdo desenvolvido anteriormente, no caso do Livro 1, geralmente não está claro. Nesse sentido, alguns apresentam um vínculo indireto, como, por exemplo, o texto “*Quanto mais alto, maior o tombo?*” (Bonjorno, pg. 66), que discute os danos sofridos pelo gato em função da altura da queda, que está colocado após o capítulo sobre queda dos corpos no qual é discutido lançamento vertical. Outros textos apresentam vínculo um pouco mais claro, como é o caso do texto “*Os perigos do choque elétrico*” (Bonjorno, pg. 524) que está colocado após o capítulo sobre corrente elétrica.

Novamente no Livro 2 esse vínculo está mais claro. Também há uma utilização maior dos conhecimentos físicos nos textos desse livro. Por exemplo, no texto “*Viajando em segurança na companhia de Newton*” (Toscano, pg. 60), no qual são discutidos fatores que influenciam para parar um automóvel em um curto intervalo de tempo, chamando atenção para a inércia.

3) *Questões Científicas*

As questões relacionadas à ciência referem-se a aspectos que denominamos: Ciência pela Ciência e Terminologia.

Fazem parte dos aspectos classificados como Ciência pela Ciência, discussões sobre aspectos históricos, que comparecem de forma intensa no Livro 1, e sobre atualidades, que estão mais presentes no Livro 2.

Quanto aos temas, pertencente à questão histórica destaca-se as biografias de Evangelista Torricelli, Galileu Galilei, Johannes Kepler, dentre outros. De uma forma geral, esses começam contando onde nasceram, estudaram e trabalharam, no decorrer do texto apresentam as contribuições para a física e terminam falando onde, quando e porque morreram. E os textos que discutem sobre a evolução da compreensão de determinados conceitos/teorias, como, por exemplo, os textos: “*O Sistema Internacional de Unidades*” (Bonjorno, pg. 22), “*A medida do movimento e da força*” (Bonjorno, pg. 184) e “*A missão científica de Sobral*” (Bonjorno, pg. 613), “*Supercondutividade*” (Bonjorno, pg. 537). Já o que classificamos como atualidades, são textos, relacionados a teoria do Big Bang (*Teoria da Gravitação ontem e hoje*, Toscano pg. 78), a expressão $E=mc^2$ (*E=mc^2 - A dinâmica das altas velocidades*, Toscano pg.118), ao conceito de entropia – relacionado a irreversibilidade do tempo (*Apenas a “passagem de ida” ou o sentido do tempo*, Toscano pg. 189), a questão da dualidade onda-partícula (*Luz: Onda ou partícula?*, Toscano pg.267), dentre outros.

Além disso, no Livro 1, também são discutidas diferentes nomenclaturas (“*Prevento eclipses com Saros*”, “*Número de Mach*” e “*As Maravilhosas Lentes de Contato*”) que denominamos Terminologia.

Nos textos do Livro 1, apesar de haver uma discussão maior de aspectos históricos, não parece ter uma preocupação em propiciar uma visão mais dinâmica da ciência, como ela se desenvolve através dos tempos de forma contextualizada.

4) *Questões Sociais*

Essas questões, quando aparecem, estão relacionadas a tecnologias e, portanto, a relação entre essas e a tecnologia já foi discutida anteriormente. A relação das mesmas com o conhecimento científico, ou seja, a utilização dos conceitos científicos para a compreensão da questão social não está presente em nenhum dos textos analisados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de livros didáticos de ensino médio, no que diz respeito aos textos complementares, afirmou a hipótese inicial de que esses textos vêm ganhando um maior espaço, nas edições mais recentes. É provável que essa venha sendo uma forma dos autores/editores procurarem atender às novas orientações curriculares, já que há, na escolha dos temas, indícios de preocupação com a contextualização e interdisciplinaridade. Por isso mesmo, analisar a forma pela qual a tecnologia vem sendo abordada nesses textos é importante, seja por si só, seja pela possibilidade potencial para a inserção de perspectivas relacionadas à abordagem CTS.

De fato, a escolha dos tópicos trabalhados nos textos analisados parece levar em conta a necessidade de estabelecer uma relação com os alunos, por exemplo, quando um dos livros opta por tratar de esportes radicais ou mesmo quando são abordados aspectos relacionados à audição humana, em uma clara tentativa de interdisciplinaridade. Há, até mesmo, escolhas de temas semelhantes nos dois livros analisados, como, por exemplo, a discussão sobre a distância para que os veículos parem após a freada, refletindo vínculos “naturais” entre os conteúdos e a contextualização a ser estabelecida.

No entanto, a maior parte dos textos não cumpre, nem de longe essa função, dada a superficialidade com que os assuntos são apresentados. Além disso, não se estabelecem os vínculos com o conteúdo trabalhado, mesmo que as relações sejam óbvias e diretas. Assim, no caso da distância para frear, essa distância é informada, sem que seja indicada a forma de calculá-la, a partir das relações já apresentadas e estudadas nas páginas imediatamente anteriores. A maioria dos textos é simples demais, limitando-se a informações, no sentido mais restrito, com caráter ilustrativo. Por outro lado, na medida em que não utilizam os conhecimentos físicos dos próprios textos, podem ser considerados como inseridos apenas por justaposição.

Esse aspecto é tão marcante que somos levados a suspeitar que, utilizando a proposta de Santos (2001), nem mesmo acontece, nesses textos, a “educação *sobre* ciência”, eliminando-se assim, por completo a possibilidade de uma “educação *pela* ciência”.

A tecnologia presente é, preponderantemente, a tecnologia simples do cotidiano, ou seja, relacionada a utensílios e dispositivos do dia a dia, como chaves de fenda, painéis de pressão, etc., que, de certa forma, são menos reconhecidos como “tecnológicos”, embora a rigor o sejam. Em geral, esses utensílios incorporam conhecimentos derivados da mecânica clássica e correspondem a artefatos que têm sentidos sociais mais relacionados à época em que foram desenvolvidos. Por outro lado, quando comparecem tecnologias mais avançadas como, por exemplo, motores, a apresentação é muito sumária, justaposta a uma ilustração e, de novo, pouco revelando do seu funcionamento. Já no caso de lentes de contato, resume-se à terminologia dos diversos tipos de lentes. Em nenhum desses casos, portanto, pode-se afirmar que a tecnologia esteja de fato sendo contemplada.

Esses exemplos são interessantes na medida que revelam que a tecnologia do século XX, da mesma forma que a Física do século XX, está praticamente ausente dos livros didáticos analisados. Embora essa última lacuna venha sendo mais advertida e sinalizada, o mesmo não acontece com a

ausência das tecnologias contemporâneas. E esses dois aspectos não têm uma decorrência direta, já que nem toda a tecnologia do século XX depende de considerações sobre a física moderna. É verdade que, em alguns momentos, são apresentados alguns “avanços” tecnológicos, como no caso do trem bala, ainda que, nesse caso, seja apenas informada a velocidade desenvolvida, e permaneça hermética a levitação magnética, citada como a razão para o desenvolvimento das altas velocidades

Esse talvez seja o resultado mais marcante. A tecnologia mais atual está ausente dos livros didáticos e, dessa forma, qualquer tentativa de estabelecer elos com as questões sociais decorrentes do uso e desenvolvimento dessas tecnologias fica também comprometida.

Ainda, nos demais casos, sequer o tratamento do funcionamento de determinados objetos é realizado, como no caso da geladeira, impedindo até mesmo considerações mais diretas quanto às escolhas que se colocam para consumidores mais conscientes. Certamente, o funcionamento dos aparatos tecnológicos é importante e poderia ser um ponto de partida a ser utilizado. Mas se nem isso acontece, ficam inviabilizados os passos seguintes.

Em uma perspectiva CTS, além do funcionamento de aparatos tecnológicos, é preciso também aprender a avaliar as implicações, o custo-benefício e, principalmente, descobrir/estimar o irreversível a que tais usos nos conduzirão (Bazzo, 1998). Ou seja, é preciso compreender a questão tecnológica como um todo, com suas implicações éticas, políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais. Não se trata de ir contra ou a favor do desenvolvimento tecnológico, mas de compreender seu significado, ou seja, suas implicações na vida humana. Nenhum dos textos analisados sequer sinaliza elementos que possam vir a ser considerados como pontos de partida para tais discussões.

Por outro lado, é também importante ressaltar que, em muitos casos, de fato, o funcionamento dos aparatos tecnológicos em si não é essencial, no sentido de incorporar a compreensão e a discussão da tecnologia desejada. Mas é necessário, então, que sejam tratadas questões mais amplas, como as causas e conseqüências da inserção de determinadas tecnologias. Assim, por exemplo, no que diz respeito a trens muito rápidos, mesmo que seu funcionamento não possa ou não seja decodificado, poderia haver espaço para a discussão das transformações que as possibilidades de deslocamento a altas velocidades trazem para a sociedade atual.

Dentro da perspectiva apontada por Santos (2001), também as considerações sobre a natureza da ciência ou as questões sociais poderiam trazer contribuições para abordagens CTS. No entanto, esses elementos ficam ainda mais distantes, nos textos analisados.

A imagem da ciência apresentada em textos com referências históricas ou de caráter cosmológicos são, justamente, afastadas de qualquer consideração sobre a natureza da ciência e do conhecimento científico. Isso fica evidente na forma informativa pela qual são apresentadas, por exemplo, a mudança da concepção Geocêntrica para a Heliocêntrica, ou a teoria do Big Bang.

Da mesma forma, as questões sociais, são praticamente inexistentes. Em alguns textos estão presentes alguns poucos aspectos relacionados a temas sociais, como na informação sobre fontes alternativas, mas de tal forma a perder seu caráter propriamente social.

Além da ausência de espaços para vínculos com as questões relevantes do ponto de vista de abordagens CTS, de todas essas considerações fica claro que é urgente uma discussão sobre os utensílios, os sentidos e as abordagens desejados para os aparatos tecnológicos. Esperamos ter contribuído para retomar essa discussão, a partir da explicitação de alguns dos elementos implícitos nos textos atuais.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, R. G. et al. Contextualização e Tecnologias em Livros didáticos de Biologia e Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n.6, 2005.

- AMORIN, A. C. R. Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que nos dizem os livros didáticos de Biologia? **Ensino em Re-Vista**. v. 4, n. 1, p.73-84, Jan – Dez, 1995.
- AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. **Tese**. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia, Sociedade**: e o Contexto da Educação Tecnológica. Florianópolis: Ed. UFSC, 1998.
- SANTOS. M. E. **A cidadania na voz dos manuais escolares**. Lisboa: Livros Horizonte, 2001.
- SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**. v. 2, n. 2, Dez, p. 1-23, 2000.
- SILVEIRA R. e BAZZO, W. Ciência e Tecnologia: Transformando o homem e sua relação com o mundo. **Revista Gestão Industrial**, v. 02, n. 2, p. 45-64, 2006.
- SOLBES, J. e VILCHES, A. Interacciones ciência/técnica/sociedade: um instrumento de cambio actitudinal. **Enseñanza de las ciencias**. v.7, n.1, p. 14-20, 1989.
- SOLBES, J. e VILCHES, A. El Modelo Construtivista y las Relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (CTS). **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v.10, n.2, p. 181-186, 1992.
- SOUZA, M. Poluição Nuclear: A inserção da educação ambiental no Ensino Médio na Perspectiva Globalizante via enfoque CTS. **Dissertação de Mestrado**, UFSC, Florianópolis, 2005.
- WUO, W. **A física e os livros**: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio. São Paulo. EDUC; FAPESP, 2000.
- ZORZI SÁ, M. B. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade nos textos sobre Radioatividade e Energia Nuclear nos livros didáticos de Química. **Dissertação de Mestrado**, UEM, Maringá, 2006.