

# A abordagem CTS em livros didáticos de química: uma análise do conteúdo Pilhas.

Vanessa Wosgrau dos Santos\* (IC); Joanez A.Aires (PQ)  
[vanessawosgrau@hotmail.com](mailto:vanessawosgrau@hotmail.com); [joanez.ufpr@gmail.com](mailto:joanez.ufpr@gmail.com)

**RESUMO:** DISCUSSÕES SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA COM ENVOLVIMENTO DAS IMPLICAÇÕES POLÍTICAS, ECONÔMICAS, PARA QUE OS CIDADÃOS POSSAM PARTICIPAR DE SOCIAIS, CULTURAIS, AMBIENTAIS, ENTRE OUTRAS, ALÉM DE COMPREENDER A NATUREZA DA CIÊNCIA E DO TRABALHO CIENTÍFICO, É FUNDAMENTAL UMA COMPREENSÃO MAIS COMPLETA, POR PARTE DE TODOS, DO CONTEXTO EM QUE ESTÃO INSERIDAS, OU SEJA, DA IMPORTÂNCIA SOCIAL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA. ESTE TRABALHO VISA CONTRIBUIR PARA ESTA REFLEXÃO, TENDO COMO OBJETIVO ANALISAR SE A ABORDAGEM CTS VEM SENDO CONTEMPLADA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NOS PROGRAMAS DE AVALIAÇÃO (PNLEM E PNLD), ESPECIFICAMENTE NO CONTEÚDO PILHAS.

**Palavras-Chave:** educação em química, livros didáticos, CTS

## INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo analisar se e como a abordagem CTS é contemplada no conteúdo Pilhas nos livros didáticos mais utilizados nas escolas brasileiras. O objeto de estudo corresponde às doze coleções de livros aprovadas no PNLEM 2008 e nos PNLDs (Planos Nacionais do Livro Didático) 2012 e 2015.

Alguns conteúdos, apesar de serem ministrados somente numa determinada disciplina, envolvem diretamente outras áreas do conhecimento. Esses conteúdos devem ser abordados de maneira interdisciplinar e relacionados às vivências do aluno. Assim, este passa a compreender as interfaces existentes entre o que está estudando e o contexto social, percebendo as relações entre tais conhecimentos e as tecnologias presentes em equipamentos que utiliza diariamente, que por sua vez, podem causar impactos na natureza. Tais estudos exigem, portanto, uma abordagem CTS e interdisciplinar.

No que se refere à química, existem conteúdos que necessariamente devem ser trabalhados nesta abordagem. O conteúdo Pilhas é um destes conteúdos que, além de ser estudado na disciplina de Química, também envolve conceitos da Física e pode se estender até a Biologia, quando se leva em consideração os impactos ambientais.

Existem diversas aplicações de pilhas e baterias de diferentes tipos, presentes em equipamentos que todos utilizam no seu cotidiano. Há também a questão ambiental envolvida, referente ao descarte dos materiais constituintes das pilhas e baterias. A abordagem de todas essas questões de maneira conjunta é importantíssima no ensino do conteúdo, e demanda estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia e sociedade durante o processo de ensino-aprendizagem.

Sendo, portanto, o conteúdo pilhas e baterias, extremamente rico no aspecto interdisciplinar e, principalmente com grande potencial para a abordagem CTS, foi o que motivou a escolha deste conteúdo para o desenvolvimento deste estudo.

Este conteúdo geralmente é apresentado aos alunos partindo-se da clássica pilha de Daniell, e outros tipos de pilhas montadas por outros cientistas, após a introdução do conceito de reações de oxirredução. Todavia, dadas as potencialidades deste assunto, cabem alguns questionamentos. Dentre eles, consideramos oportuno refletir sobre: até que ponto os alunos, ao estudarem a pilha de Daniell do modo convencional, conseguem compreender os conceitos envolvidos e relaciona-los com as pilhas e baterias que eles manuseiam e utilizam frequentemente no seu dia a dia? Outro aspecto diz respeito ao descarte. A maioria dos alunos provavelmente sabe que o descarte de pilhas e baterias deve ser feito em local apropriado, porém, até que ponto eles realmente compreendem as questões ambientais envolvidas, os danos causados ao meio ambiente, a partir do conhecimento da composição química desses materiais? Tais questionamentos levam à percepção de que, abordar o conteúdo pilhas na perspectiva da abordagem CTS pode contribuir de modo muito mais significativo para a formação daquele aluno crítico e participante da sociedade em que vive.

Isso posto e, tendo em vista que o principal instrumento de que professores dispõem para usar em sala de aula e conduzir o processo de ensino e aprendizagem é o livro didático, consideramos que uma análise de como a abordagem CTS vem sendo contemplada nos livros aprovados pelos programas oficiais de avaliação, seria uma importante contribuição na área de ensino de ciências.

Para tanto, primeiramente apresentamos o referencial sobre CTS. Em seguida descrevemos a metodologia, a qual tem por base a Análise do Discurso (Moraes, 1999) e, finalmente os resultados e considerações.

## **CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)**

A ciência e a tecnologia têm implicações diretas na sociedade, e esta, por sua vez, também os influencia. Porém, a percepção geral ainda é a de que o desenvolvimento social é consequência do desenvolvimento científico, e que a ciência e a tecnologia produzem sempre resultados positivos para o progresso humano. Sobre isso, Pinheiro e Silveira (2007,p.72) afirmam: “Pode ser perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia, pois isso supõe um distanciamento de ambas em relação às questões com as quais se envolvem”.

Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é um movimento que começou a se manifestar entre as décadas de 1960 e 1970. Originou-se de um conjunto de reflexões sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade moderna. A utilização dos avanços científicos e tecnológicos também em guerras, bem como outros usos que têm trazido consequências ambientais graves, gerou questionamentos à ideia até então estabelecida de neutralidade da ciência (Teixeira, 2003). Os aspectos negativos que podem ser observados com o avanço tecnológico começaram a chamar atenção, e este modelo de progresso vem sendo cada vez mais criticado. A globalização, a preocupação crescente com questões ambientais e correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência também podem ser citadas como geradoras desses questionamentos.

O movimento CTS traz, portanto, uma visão mais ampla a respeito da relação entre ciência e tecnologia, de modo que as dimensões sociais, políticas, culturais e

econômicas se tornam parte fundamental das discussões em torno do desenvolvimento científico-tecnológico (Campos, 2010).

Para Koepsel (2003, p.51), “essas discussões têm adquirido cada vez mais força e são denominadas pelas iniciais das três áreas que procuram relacionar, Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS”. Para a autora, CTS é mais que o resumo de três termos. Supõe uma nova aproximação entre os conceitos e enfatiza suas relações, nas complexas interações que existem entre a sociedade, a tecnologia e a ciência.

Para que os cidadãos possam participar de discussões sobre ciência e tecnologia com envolvimento nas implicações políticas, econômicas, sociais, culturais, ambientais, entre outras, além de compreender a natureza da ciência e do trabalho científico, é fundamental uma compreensão mais completa, por parte de todos, do contexto em que estão inseridas, ou seja, da importância social da ciência e da tecnologia. A população deve ser capaz de lidar com problemas que envolvem questões científicas e tecnológicas, e de entender as aplicações éticas e sociais relacionadas a tais questões.

O movimento CTS pode ser considerado uma corrente teórica que tem se demonstrado um excelente:

*instrumento de reflexão para apoiar a mudança de foco da educação científica, abandonando progressivamente o ensino canônico de ciências que hoje vem sendo veiculado em nossas escolas, para construir um projeto de educação científica, comprometido efetivamente com a instrumentalização para cidadania (TEIXEIRA, 2003, p.179).*

De fato, como mencionam Pinheiro e Silveira (2007, p.74), “desde que se iniciou, há mais de trinta anos, um dos principais campos de investigação e ação social do movimento CTS tem sido o educativo.” Desse modo, o movimento CTS procura colocar o ensino de ciências numa perspectiva diferenciada, abandonando metodologias ultrapassadas de ensino e explora a interdisciplinaridade. A inserção das reflexões do movimento CTS na educação básica é essencial, uma vez que a escola é instrumento de formação da cidadania.

Para Santos e Schnetzler (2000, p.64), o ensino de CTS é caracterizado “pela organização conceitual centrada em temas sociais, pelo desenvolvimento de atitudes de julgamento, por uma concepção de ciência voltada para o interesse social, visando compreender as implicações sociais do conhecimento científico.” Os autores lembram, ainda, que um curso de CTS deve abordar em seu conteúdo os aspectos referentes à ciência, tecnologia e sociedade inter-relacionando-os. Para esses autores, são dois os principais objetivos do ensino de CTS: desenvolver nos alunos a capacidade de tomada de decisões e levá-los a compreender a natureza da ciência e suas implicações na sociedade.

De acordo com Pinheiro e Silveira (2007), até poucas décadas atrás, não havia grande preocupação com o estabelecimento de relações entre os conhecimentos e o cotidiano dos alunos no processo de aprendizagem. Ultimamente, esta nova abordagem vem sendo inserida na educação, principalmente por meio de formulação de propostas pedagógicas de CTS no ensino de ciências. A construção de novos currículos em vários países tem a característica de priorizar uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social, de maneira a não fechar a ciência em si mesma.

Durante sua formação, os alunos devem desenvolver capacidade de questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza. Para isso, devem compreender a ciência como fruto da criação humana. É essa ideia, entre outras, que é

passada ao se trabalhar os conteúdos com enfoque CTS. No contexto de CTS e educação, Pinheiro e Silveira (2007) enfatizam a importância da abordagem CTS no Ensino Médio, uma vez que essa etapa é crucial na formação cidadã dos estudantes. Essa abordagem se mostra essencial, pois leva os alunos a ter contato com questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social. Pinheiro e Silveira afirmam, ainda, que ao ser inserido nos currículos funciona como um despertar inicial do aluno, com o intuito de que ele possa manter esta postura questionadora na continuidade de sua formação.

Os PCNEMs (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio) já demonstram a preocupação em promover a chamada Educação Tecnológica: “Os objetivos explicitamente atribuídos à área de Ciências e Matemática incluem compreender as Ciências da Natureza como construções humanas e a relação entre conhecimento científico-tecnológico e a vida social produtiva” (BRASIL, 2000, p.7).

No Ensino Médio, além dos aspectos apresentados nos PCNEMs, existe a preocupação com os exames de seleção das universidades. Neste sentido, o ensino com enfoque CTS também contribui, uma vez que os vestibulares atuais e o ENEM estão tendendo a testar os conhecimentos de maneira cada vez mais interdisciplinar e contextualizada com assuntos da atualidade. Um estudante que tenha sido estimulado a interpretar e resolver problemas diversos, a relacionar os conhecimentos com várias áreas, terá um desempenho melhor em processos seletivos com esse novo tipo de formato, além de estar melhor preparado para o ensino superior, estágio em que espera-se que o aluno seja mais independente e interessado (KOEPSEL, 2003).

Em vários artigos e livros sobre CTS, é discutida a importância da reformulação curricular, feita de maneira a aumentar a contextualização. Além dos currículos, existe a necessidade de formação de professores para atuarem de modo a contemplar esta abordagem, compreendendo que “a multiplicidade de estratégias que as abordagens de ensino pautadas no movimento CTS requerem, alteram significativamente o papel do professor” (TEIXEIRA, 2003 p.186).

Ainda sobre o papel do professor, Pinheiro e Silveira (2007) comentam que com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula se dá de outra maneira, de forma que professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico. Os alunos têm liberdade completa para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia.

O objetivo final é a formação de um aluno com curiosidade, espírito investigador, questionador e transformador aguçado, ou seja, visa à formação do indivíduo enquanto cidadão, uma vez que a sociedade moderna exige das pessoas muito mais do que se exigia anteriormente.

No Brasil, o movimento CTS é ainda incipiente. A introdução de inovações já iniciou, porém ainda é gradual e modesta no ambiente escolar brasileiro, e tem mais importância na área do ensino e pesquisa didática associada às disciplinas científicas, e não tanto nas outras áreas do conhecimento. Os grupos que realizam pesquisa na área estão inseridos em algumas universidades, e desenvolvem materiais de apoio e pesquisas (KOEPSEL, 2003, p.).

## **METODOLOGIA**

Para realizar a análise dos livros didáticos aprovados nos programas de avaliação, foi adotada a metodologia de Análise de Conteúdo proposta por Moraes (1999). Tal metodologia é constituída de cinco etapas, sendo elas: 1) preparação das

informações; 2) unitarização ou transformação do conteúdo em unidades; 3) categorização; 4) descrição; e 5) interpretação.

Nosso objeto de estudo é constituído por um conjunto de 12 coleções de livros didáticos de Química do Ensino Médio, sendo 4 aprovadas no PNLEM/2008, 5 aprovadas no PNLD/2012 e 3 aprovadas no último PNLD realizado, em 2015.

Uma vez que o presente trabalho buscou avaliar o conteúdo Pilhas, a análise se restringiu ao volume (na maioria das coleções o volume 2) e aos capítulos de cada coleção que abordam tal conteúdo.

Apresentamos a seguir o processo de análise de conteúdo, conduzido de maneira similar ao utilizado por Moraes (1999).

### **Desenvolvimento da análise de conteúdo dos livros didáticos**

#### Primeira etapa: Preparação das informações

Os livros didáticos escolhidos como objeto de análise são os aprovados no PNLEM 2008, e nos PNLDs 2012 e 2015. Nos três quadros a seguir esses livros são apresentados e identificados para facilitação da análise. São também especificados o volume da coleção, os capítulos e as páginas em que está contido o conteúdo de interesse.

**Quadro1: Livros didáticos aprovados no PNLEM 2008**

<b>CÓDIGO</b>	<b>LIVRO</b>	<b>CONTEÚDO PILHAS</b>
<b>LD1</b>	CANTO, Eduardo L., PERUZZO, Francisco M. Química na abordagem do cotidiano. São Paulo: Moderna, v.2. 3ª ed., 2003.	Capítulo 4: Eletroquímica: celas galvânicas (p. 86 a 117)
<b>LD2</b>	FELTRE, Ricardo. Química. São Paulo: Moderna, v.2. 6ª ed., 2004.	Capítulo 8: Eletroquímica – Oxi-Redução e Pilhas Elétricas (p. 281 a 332).
<b>LD3</b>	MORTIMER, Eduardo Fleury, MACHADO, Andréa Horta. Química. São Paulo: Scipione, 1ª ed., 2007.	Capítulo 12: Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica (p.278 a 309)
<b>LD4</b>	SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, MÓL, Gerson de Souza. Química e sociedade. São Paulo: Nova Geração, 2006.	Unidade 8: Metais, Pilhas e Baterias (p. 622) Capítulo 24: Pilhas e Eletrólise (p. 648 a 681)

**Quadro 2: Livros didáticos aprovados no PNLD 2012.**

<b>CÓDIGO</b>	<b>LIVRO</b>	<b>CONTEÚDO PILHAS</b>
<b>LD5</b>	CANTO, Eduardo L., PERUZZO, Francisco M. Química na abordagem do cotidiano. São Paulo: Moderna, v.2. 4ª ed., 2010.	Capítulo 4: Eletroquímica: celas galvânicas (p. 118 a 157).
<b>LD6</b>	REIS, Martha. Química-Meio ambiente-Cidadania-Tecnologia. São Paulo: FTD, v.2. 1ª ed., 2010.	Unidade 5: Lixo eletrônico (p. 326) Capítulo 21: Pilhas e baterias (p. 349 a 368).
<b>LD7</b>	MORTIMER, Eduardo Fleury, MACHADO, Andréa Horta. Química. São Paulo: Scipione, 1ª ed., 2011.	Capítulo 5: Movimento de elétrons: uma introdução ao estudo da eletroquímica (p. 172 a 223).
<b>LD8</b>	SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, MÓL, Gerson de Souza. Química Cidadã. São Paulo: Nova Geração, v.3, 1ª ed., 2010.	Unidade 2: Metais, pilhas e baterias (p. 206) Capítulo 7: Pilhas e eletrólise (p. 238)

		a 283)
LD9	LISBOA, Julio Cezar Foschini. Ser protagonista-Química. São Paulo: Edições SM, v.2, 1ª ed., 2010	Unidade 6: Transformações químicas que produzem energia (p. 272) Capítulo 16: Pilhas ou células eletroquímicas. (p. 292 a 309).

**Quadro 3: Livros didáticos aprovados no PNLD 2015.**

CÓDIGO	LIVRO	CONTEÚDO PILHAS
LD10	REIS, Martha. Química. São Paulo: Ática, v.2. 1ª ed., 2014.	Unidade 5: Lixo eletrônico (p. 262) Capítulo 16: Pilhas e baterias (p. 264 a 289)
LD11	SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, MÓL, Gerson de Souza. Química Cidadã. São Paulo: AJS, v.3, 2ª ed., 2013.	Unidade 2: Metas, pilhas e baterias (p. 208) Capítulo 7: Pilhas e eletrólise (p. 240 a 283)
LD12	LISBOA, Julio Cezar Foschini. Ser protagonista-Química. São Paulo: Edições SM, v.2, 2ª ed., 2013	Unidade 6: Transformações químicas que produzem energia (p. 200) Capítulo 14: Pilhas ou células eletroquímicas (p. 218 a 231)

### Segunda etapa: Unitarização (identificação das unidades de contexto)

Este processo consiste em identificar e listar as unidades de contexto, que nesta pesquisa serão pequenos trechos, que podem aparecer no texto principal dos livros, ou ainda em forma de informações adicionais ou legendas de figuras. Alguns textos complementares inteiros também serão analisados. Cada unidade de análise listada receberá um código associado ao livro a que pertence.

### Terceira etapa: Categorização dos livros

Esta categorização consiste da classificação das unidades de contexto listadas na etapa de unitarização. Propomos avaliar a presença de cada um dos critérios listados no Quadro 04. Esses critérios são enfrentamentos à transmissão do conhecimento científico sem uma abordagem CTS.

**Quadro 4: Critérios estabelecidos para a análise dos livros didáticos (Adaptado de Amaral e Xavier, 2009.)**

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
A	Evita tratar a construção do conhecimento científico como um conjunto de etapas padronizadas realizadas pontualmente por um cientista.
B	Contextualiza historicamente o processo de produção do conhecimento científico.
C	Aborda a aplicação do conhecimento científico pela sociedade em seu cotidiano e os impactos (positivos e/ou negativos) sobre ela.
D	Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico, que melhora as condições de vida.
E	Aborda os impactos ambientais relacionados à utilização de pilhas e baterias pela sociedade, bem como alternativas para sua minimização.

A cada unidade de contexto foi atribuído um dos critérios do Quadro 04, com exceção das unidades compostas por textos inteiros, que foram analisadas separadamente.

O quadro a seguir apresenta unidades de contexto atribuídas a cada um dos cinco critérios, encontradas nos livros didáticos. Pela limitação de espaço, são apresentados apenas alguns exemplos de tais unidades de contexto.

**Quadro 5: Exemplos de unidades de contexto.**

CÓDIGO	UNIDADE DE CONTEXTO	CRITÉRIO
LD4.3	[...] Além disso, vários tipos de pilhas foram desenvolvidos por diversos cientistas, mas somente anos mais tarde foi possível a compreensão do processo químico ocorrido nas pilhas. (p.649)	A
LD10.5	Em 1836, o químico e meteorologista inglês, John Frederic Daniell (1790-1845) construiu uma pilha diferente, substituindo as soluções ácidas utilizadas por Alessandro Volta (que produziam gases tóxicos) por soluções de sais, tornando as experiências com pilha menos arriscadas. (p.271)	A
LD12.6	A primeira pilha elétrica foi desenvolvida por Alessandro Guisepe Antonio Anastasio Volta (1737-1798), a partir da divulgação de resultados de pesquisa de Luigi Galvani (1737-1798). (p.219)	A
LD1.5	Do ponto de vista didático, uma das celas galvânicas cujo funcionamento é mais simples de se entender é a pilha de Daniell, construída pelo cientista inglês John Daniell em 1836, numa época em que a expansão dos telégrafos com fio exigia fontes de corrente elétrica para uso nesse meio de comunicação (p. 94)	B
LD2.1	[...]Daí resultam aplicações muito úteis, como por exemplo: redução de minérios metálicos na produção de metais, como ferro, alumínio e outros, prevenção da oxidação de metais e ligas metálicas, como ocorre na formação de ferrugem no ferro e no aço estudo dos fenômenos bioquímicos de oxirredução que aparecem nos ciclos energéticos dos seres vivos. Estudaremos também o funcionamento das pilhas e baterias elétricas, hoje largamente utilizadas em aparelhos eletrônicos portáteis, como telefones celulares, filmadoras, computadores e outros. (p.281)	C
LD3.2	A pilha é um artefato tecnológico de grande impacto em nossa sociedade. O uso de pilhas e/ou baterias para suprir de eletricidade aparelhos de pequeno e médio porte já é tão corriqueiro que, raramente paramos para pensar em como são fabricadas, de que são constituídas, como funcionam e se há riscos de contaminação ou agressão ao ambiente quando descartadas. (p.295)	C
LD5.19	Nas modernas baterias automotivas, denominadas “seladas”, novas ligas internas constituídas pelos metais chumbo, prata e cálcio, apresentam a vantagem de reduzir drasticamente a perda de água. Isso faz com que não seja necessária a reposição de água nesse tipo de bateria. Essas ligas melhoraram a condutividade elétrica da bateria, a resistência às altas temperaturas do veículo e à corrosão, contribuindo para a maior durabilidade do produto. (p.150)	C
LD6.7	[...] Um fenômeno semelhante ocorre quando uma pilha já bastante utilizada é colocada por algum tempo dentro da geladeira. A diminuição da temperatura favorece a solubilidade da amônia na pasta interna, fazendo com que ela deixe de envolver a barra de grafita e permita novamente o trânsito de elétrons. Por isso, muitas vezes, uma pilha que já não funciona volta a funcionar por algum tempo depois de ficar algumas horas na geladeira.[...] (p.350)	C
LD9.12	[...] Ela tem diversas aplicações, sendo responsável pela ignição e funcionamento da parte elétrica dos automóveis, pelo tracionamento de alguns motores elétricos por manter em funcionamento alguns equipamentos em caso de queda de funcionamento de eletricidade. (p.300)	C
LD10.9	As pilhas alcalinas são indicadas para equipamentos que exigem descargas de energia rápidas e fortes, como tocadores de MP3, lanternas, brinquedos e	C

	câmeras fotográficas digitais. (p.279)	
LD12.1	O lançamento no mercado de inúmeros equipamentos eletroeletrônicos portáteis, tais como câmeras fotográficas, filmadoras, telefones celulares, laptops, agendas eletrônicas, instrumentos de medição e aferição, equipamentos médicos, brinquedos, relógios, aparelhos de som, etc, aumentou a demanda por pilhas e baterias cada vez menores, mais leves e de maior desempenho.[...] (p. 218)	C
LD1.1	Os telefones celulares devem muito de seu sucesso à evolução das baterias recarregáveis, um dos assuntos deste capítulo. (p.86)	D
LD2.11	A pilha de lítio-iodo revolucionou a história do marca-passo cardíaco. [...] No início, o grande problema residia nas pilhas que alimentam o aparelho – se elas falham, a vida do paciente corre perigo. [...] (p.320)	D
LD8.11	As pesquisas para o desenvolvimento de novas pilhas são intensas. A indústria busca pilhas que sejam pequenas, baratas, não poluentes e eficientes. Dois parâmetros fundamentais para a indústria são o tamanho e o peso. (p.258)	D
LD9.18	São bastante empregadas em celulares e computadores portáteis. Já estão sendo desenvolvidos protótipos de automóveis elétricos abastecidos com essa tecnologia. (p.301)	D
LD12.17	A célula a combustível mais conhecida é a de hidrogênio/oxigênio, utilizada em programas espaciais norte-americanos, como o Gemini e o Appolo. (p.226)	D
LD1.18	O desempenho das baterias de hidreto metálico é superior ao das baterias de níquel/cádmio, com a vantagem de não envolverem o risco ambiental associado ao cádmio. (p.109)	E
LD2.16	A grande vantagem da célula de combustível é seu funcionamento contínuo e a produção apenas de água, que não polui o meio ambiente (nas espaçonaves, essa água é usada pela tripulação). [...] (p.321)	E
LD3.4	Em alguns países já existe, disponível para a população, locais onde são recolhidos vários tipos de pilhas e baterias descarregadas, prevenindo os graves danos causados pelo descarte desses materiais no lixo comum. No Brasil, pela Resolução nº 257 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), os estabelecimentos que comercializam pilhas ficam obrigados a aceitar dos usuários a devolução das unidades usadas. (p.296)	E
LD4.16	Por apresentarem alta toxidez, as baterias de Ni-Cd vêm sendo gradativamente substituídas por baterias de hidretos metálicos, mais avançadas tecnologicamente e menos perigosas ao ambiente. (p.664)	E
LD6.17	[...] As células de combustível também são importantes porque não geram produtos poluentes. (p.360)	E
LD8.12	A pilha seca tem como vantagem o baixo custo e a não utilização de material tóxico. As desvantagens são o fato de não ser reciclada, a vida útil curta e o risco de vazamento. (p. 258)	E

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quarta etapa da metodologia utilizada é a apresentação dos resultados da categorização. A análise dos resultados foi feita em três grupos de livros, referentes ao PNLEM 2008, PNLD 2012 e PNLD 2015. Os três quadros seguintes (06, 07 e 08) mostram as quantidades de unidades de contexto associadas a cada critério, bem como a porcentagem de cada um deles. Neste primeiro momento, foram consideradas somente as unidades de contexto compostas por frases ou trechos. Os textos inteiros foram analisados separadamente.

**Quadro 6: Análise quantitativa dos resultados para os livros aprovados no PNLEM 2008.**

CRITÉRIO	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
A	6	9,7

B	1	1,6
C	31	50,0
D	10	16,1
E	14	22,6

Quadro 7: Análise quantitativa dos resultados para os livros aprovados no PNLD 2012.

CRITÉRIO	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
A	5	5,7
B	1	1,1
C	52	59,1
D	8	9,1
E	22	25,0

Quadro 8: Análise quantitativa dos resultados para os livros aprovados no PNLD 2015.

CRITÉRIO	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
A	5	7,6
B	0	0
C	42	63,6
D	6	9,1
E	13	19,7

A quinta etapa consiste na interpretação dos resultados, a qual é apresentada a seguir.

A porcentagem de ocorrência dos cinco critérios de análise estabelecidos (Quadro 04) teve pouca variação entre os livros do PNLEM 2008, PNLD 2012 e 2015. Ou seja, os livros aprovados nestas avaliações mantém níveis semelhantes no que se refere à abordagem CTS. Isso significa que as editoras estão tendo uma mesma compreensão sobre a importância desta abordagem, o que certamente corresponde a um aspecto positivo.

Sobre o nível de predominância em que estes critérios apareceram, o mais representativo nos livros das três avaliações foi o critério C, o qual se refere à *“abordagem das aplicações do conhecimento científico pela sociedade em seu cotidiano e os impactos (positivos e/ou negativos) sobre ela”*. Sendo que nos livros do PNLEM 2008, foram localizadas 50% das unidades de contexto que se enquadraram neste critério. Nos livros do PNLD 2012 a porcentagem aumentou para 59,1% e, nos livros do PNLD 2015, chegou a 63,6%. O fato deste critério, além de ser predominante, se mostrar crescente nas três avaliações, também se mostra bastante positivo, pois demonstra que a abordagem CTS vem se fazendo cada vez mais presente nos livros didáticos e, neste caso, a preocupação se mostra maior justamente num dos aspectos mais importantes desta abordagem, que consiste justamente nas *aplicações do conhecimento científico pela sociedade e seus os impactos*.

O segundo critério mais frequente foi o E, relacionado à *“abordagem dos impactos ambientais relacionados à utilização de pilhas e baterias pela sociedade, bem como alternativas para sua minimização”*. As porcentagens de ocorrência foram de

22,6%, 25% e 19,7% para o PNLEM 2008, PNLD 2012 e 2015, respectivamente. Embora tenha havido uma ligeira diminuição da ocorrência deste critério, estas também são positivas, uma vez que tratam especificamente da temática Pilhas, foco desta pesquisa.

O critério D, que se refere à *“aplicação da ciência para o desenvolvimento tecnológico”* apareceu em 16,1% das unidades de contexto nos livros de 2008. Em 2012 caiu para 9,1% e este valor foi mantido no PNLD 2015. Também houve diminuição da ocorrência deste critério.

O critério A, atribuído às unidades de contexto que apresentaram *“a construção do conhecimento científico como um processo contínuo e coletivo”* também não apareceu em grande quantidade. A porcentagem de ocorrência variou de 9,7% nos livros de 2008 a 5,7% nos livros de 2012 e ficou em 7,6%

O critério B, que se refere à *“contextualização histórica do processo de produção do conhecimento científico”* foi o que menos ocorreu em todos os livros analisados, e sua frequência caiu, chegando a não aparecer nenhuma vez nos livros didáticos do PNLD 2015. Isso não significa que não apareça nada nos livros relacionado à história, porém, pôde-se observar durante a leitura do conteúdo que a questão histórica geralmente é abordada de uma maneira descontextualizada, apresentando somente datas sem situá-las num panorama mais geral que faça mais sentido ao estudante.

Com relação a menor frequência destas categorias, que foram: *“aplicação da ciência para o desenvolvimento tecnológico”*, *“a construção do conhecimento científico como um processo contínuo e coletivo”* e *“contextualização histórica do processo de produção do conhecimento científico”*, consideramos que os livros, apesar de estarem abordando os impactos da ciência e tecnologia no ambiente e na sociedade, objetivo principal da CTS, ainda carecem de uma abordagem mais cuidadosa dos aspectos epistemológicos.

A avaliação dos textos inteiros tomados como unidades de contexto mostrou que somente o LD 3 não apresenta nenhum texto complementar. Todos os outros livros possuem pelo menos um texto. A grande maioria dos textos aborda questões de aplicação do conhecimento científico no cotidiano e meio ambiente, referentes aos critérios C e E. Novamente, os critérios que menos apareceram foram A, B e D. Essa é a mesma tendência geral observada nas unidades de contexto, reforçando a constatação de que os livros didáticos utilizados nas escolas carecem de uma abordagem também epistemológica, neste caso, por meio da contextualização histórica e de uma reflexão sobre a construção do conhecimento científico.

Consideramos receoso que a abordagem CTS ocorra prioritariamente através de textos complementares nos livros didáticos, pois estes podem ser menosprezados, por parte tanto dos alunos quanto dos professores. Dessa maneira, o livro perde parte do seu potencial enquanto material didático principal utilizado pelos professores e alunos. Sendo assim, entendemos que esta abordagem ainda precisa estar mais integrada aos conteúdos, de modo que o ensino destes não seja desvinculado das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo analisar se e como a abordagem CTS é contemplada no conteúdo Pilhas nos livros aprovados no PNLEM 2008 e nos PNLDs 2012 e 2015.

Tais resultados mostraram que a abordagem vem sendo contemplada em tais livros e mostrou também que houve predomínio da categoria *aplicações do conhecimento científico pela sociedade e seus impactos*, a qual consiste numa das principais categorias no que se refere à CTS. Portanto, os livros estão de modo até bastante satisfatório abordando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Todavia, ainda falta avançar um pouco nas demais categorias, as quais estão mais relacionadas aos aspectos epistemológicos, bem como, no que se refere à forma como são apresentadas, que em geral aparecem em boxes, separados dos textos. Este é um fato que carece ainda de um olhar mais cuidadoso por parte das editoras, pois essa separação do corpo do texto passa uma mensagem subliminar de que aquelas informações não são tão importantes, ficando na decisão individual, seja dos professores ou dos alunos, interessar-se por elas ou não.

Certamente esta dicotomia ou compartimentalização dos conteúdos é ainda herança do olhar cartesiano para o ensino, o qual lutamos para superar há muito tempo e ainda não conseguimos completamente. No entanto, há que se registrar que já ocorreram muitos avanços na qualidade dos livros didáticos, desde que se iniciaram as avaliações do MEC. Tais avaliações têm possibilitado que os livros didáticos, os quais continuam a ser o principal material didático dos professores, cheguem às mãos destes com maior qualidade, contemplando temáticas contemporâneas, fundamentais para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes.

## Referências

AMARAL, C.L.C. XAVIER, E.S. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14(1), p.101-114, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*, 1999.

CAMPOS, F.R.G. *Ciência, Tecnologia e Sociedade*. Florianópolis, 2010. Curso de Especialização em Ensino de Ciências - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

KOEPSEL, R. *CTS no Ensino Médio: Aproximando a escola da sociedade*. Florianópolis, 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

PIERSON, A.H.C.; KASSEBOEHMER, A.C. Abordagem CTS na Perspectiva de Licenciados em Química. *Ciência & Ensino*, v.1, 2007.

PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.M.C.F. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: A Relevância do Enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio*. *Ciência & Educação*, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

TEIXEIRA, P.M.M. A Educação Científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de Ciências. Ciência & Educação, v.9, n.2, p. 177-190, 2003.