

## A Termodinâmica Química nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLEM 2012.

Denilson Antonio Maia da Silva<sup>1</sup> (PG)\*, Carlos Neco da Silva Júnior<sup>2</sup> (PQ), Ótom Anselmo de Oliveira<sup>2</sup> (PQ).

[denilson.maia@ifrn.edu.br](mailto:denilson.maia@ifrn.edu.br)

1- Diretoria Acadêmica, Campus Mossoró, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Rua Raimundo Firmino, 400, Costa e Silva. 59.628-330, Mossoró – RN, Brasil

2- Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CP 1524, 59078-970 Natal –RN, Brasil

*Palavras-Chave:* Termodinâmica Química, livro didático, PNLEM

**Resumo:** O PNLEM surgiu em 2004 e modificou o cenário em torno do livro didático no Brasil. As Novas perspectivas voltadas para a formação de um cidadão mais crítico a partir de um ensino mais contextualizado e interdisciplinar, fez com que os livros didáticos acompanhassem essas mudanças. Desse modo, neste trabalho analisamos os conteúdos de termodinâmica química abordado nos livros didáticos de química aprovados pelo PNLEM 2012, observando se as obras trazem essa abordagem sócio-cultural da ciência como também o seu contexto histórico. Das cinco obras analisadas, somente duas se mostraram mais coerentes com as novas perspectivas para o ensino médio. As outras três, quando não omitem, tratam os temas superficialmente, à margem do conteúdo apresentado.

### TERMODINÂMICA: RESPINGOS HISTÓRICOS

A termodinâmica, do grego *therme* (calor) + *dynamis* (movimento), somente se organizou como área do conhecimento humano, a partir do século XVII com os trabalhos experimentais do químico e físico irlandês Robert Boyle, evidenciando as relações macroscópicas existentes entre temperatura, volume e pressão nas substâncias gasosas. As leis deduzidas a partir destes experimentos explicam o comportamento de sistemas físicos macroscópicos, independentes, em grande parte, de quaisquer hipóteses referentes à natureza microscópica da matéria (PÁDUA et al, 2008).

O calor e a sua capacidade de realizar trabalho são evidenciados na máquina a vapor desenvolvida por Watt no século XVIII, no entanto essa relação calor/trabalho mecânico somente foi estabelecida no século seguinte quando o calor passou a ser considerado como uma forma de energia, ao lado da energia cinética e da energia potencial, já conhecidas pela Mecânica. Coube a Joule, em 1845, determinar o equivalente mecânico do calor. (PÁDUA et al, 2009 – p. 89-90)

Ao final do século XVIII, calor e trabalho mecânico passaram a ser definidos nos sistemas termodinâmicos, gerando outros conceitos tais como: energia interna, entropia, entalpia e energia livre. Mas até se chegar ao estabelecimento dessas grandezas, muito se fez do século XVII até o início do século XX para que essas grandezas e/ou funções de estado fossem efetivamente caracterizadas dentro de uma definição ou conceito.

Em função do seu caráter macroscópico, era fácil se fazer medições de pressão, volume e temperatura em um laboratório, o que levou a Termodinâmica a um rápido desenvolvimento, com o estabelecimento de suas leis fundamentais.

Fato importante que poderemos destacar nessa breve abordagem histórica, foi o progresso alcançado pela Termodinâmica com a criação da máquina a vapor, por Newcomen, em 1712, e sua posterior modificação e desenvolvimento por James Watt, em 1765. Antes deles, a idealização da máquina térmica foi feita por Denis Papin

(1690) e Thomas Sarery (1698). Mas o que provocou o surgimento de uma nova fase na história dessa parte da ciência foi, sem dúvida, a mudança de visão na compreensão do que seja o calor, que antes era considerado como um fluido bastante sutil que podia ser doado ou recebido por um corpo, para uma perspectiva bem mais adequada às pesquisas que surgiam acompanhadas pelas observações experimentais, de ser o calor, mais uma forma de energia, pois esse pensamento já era concebido para as energias mecânica, cinética e potencial. Isto ocorreu com a derrogação da teoria do calórico, através dos trabalhos experimentais do Conde Rumford, constatando a transformação da energia cinética em calor. A ideia, entretanto, do calor como forma de energia só foi ratificada 50 anos mais tarde por Helmholtz, Mayer e Joule. Este último, definindo com maior precisão o equivalente mecânico do calor (Baldow e Monteiro Jr, 2010; PÁDUA et al, 2008; PÁDUA et al, 2009).

E a Termodinâmica Química, ou Termoquímica, como fica inserida dentro desse contexto histórico? As leis fundamentais da Termodinâmica, que se aplicaram as mudanças de fase de agregação da matéria, em que momento da história passou a ser aplicadas também às transformações químicas? Ou como esses princípios físicos foram interpretados no estudo das reações químicas? Esse nome Termoquímica, talvez não seja o adequado de se utilizar, já que se trata das próprias leis da Termodinâmica agora aplicadas ao estudo da energia que está envolvida nas transformações químicas na forma de trabalho e calor. Historicamente essa abordagem foi verificada quando na aplicação da Segunda Lei da Termodinâmica e de acordo com a citação de Chagas (2000), ocorreu a partir de 1876, com os trabalhos de J. Willard Gibbs (1839-1903) e Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911).

## APRENDER TERMODINÂMICA QUÍMICA

As maiores dificuldades enfrentadas pelos alunos e apresentadas em artigos científicos se referem à compreensão dos conceitos fundamentais como: calor, temperatura, energia interna, entalpia, entropia, energia cinética e potencial associada a átomos e moléculas (Köhnlein e Peduzzi, 2002; Silva, 2005; Covolan e Silva, 2005; Grings, Caballero e Moreira, 2008; Sousa e Justi, 2010).

Esses conceitos por sua vez, já são derivações de um conceito muito mais amplo que, segundo Angotti (1991) apud Jacques e Alves Filho (2008), tem caráter unificador, balizando e unindo diferentes conteúdos de ciências. Estamos falando de **ENERGIA**, cujo uso está também no cotidiano das pessoas nos mais diferentes níveis culturais e de compreensão da realidade deste fenômeno e também está presente em diversas ciências com diferentes roupagens. *“Contudo, por se tratar de um conceito abstrato e muito abrangente, o conceito de energia é de difícil compreensão e fica muitas vezes a mercê de interpretações causais, o que contribui para o fortalecimento do senso comum e de concepções equivocadas”*. (Jacques e Alves Filho, 2008, p.3). Assim, podemos entender que, para avançar na compreensão do que seja calor, temperatura, entalpia, entropia,... É preciso que o conceito de energia esteja bem fundamentado. Basta lembrar que a própria definição da Ciência Química e da Ciência Física está entrelaçada no conceito de energia, porque não há como estudar as transformações químicas, os componentes fundamentais do universo e os seus movimentos, sem fazer referência a energia, sob as mais diferentes formas. Jacques e Alves Filho (2008) ainda enfatizam como dificuldade o fato do termo energia ser utilizado de forma indiscriminada no cotidiano, influenciando os *“esquemas conceituais que os alunos formam”*.

Oliveira e Santos (1998), fazem um relato sobre o conceito de energia usado na Química, da descoberta do fogo até o entendimento do calor como uma forma de energia. Nesse relato eles se contrapõem à ideia de que as substâncias “armazenam” energia na forma de “energia química”, por considerarem tal conceito reducionista ou simplista, podendo distorcer interpretações sobre o mecanismo de trocas energéticas associadas às transformações químicas. Tal entendimento pode até dispensar interpretações sobre as interações inter e intramoleculares presentes nas substâncias ou modificadas durante as reações químicas. Não se pode esquecer a relevância desse conhecimento no processo de ensino/aprendizagem, quando se deve demonstrar que é pelo saldo energético resultante dos mecanismos envolvidos nas transformações químicas que se obtém ou consome calor (energia térmica) ou se produz trabalho. Barros (2009) publicou um artigo bastante interessante, com uma visão macro e microscópica dos principais termos associados à Termodinâmica Química e Física, e que, conforme os autores Köhnlein e Peduzzi (2002), Silva (2005), Covolan e Silva (2005), Grings, Caballero e Moreira (2008) e Sousa e Justi (2010), são as maiores dificuldades encontradas na aprendizagem da Termodinâmica, ou seja, os conceitos de calor, temperatura, energia interna e potencial, entalpia. Ele descreve teoricamente e com exemplificações, as dimensões macroscópicas e microscópicas das transformações físicas e químicas, especificamente baseado na descrição dos processos endotérmicos e exotérmicos, revelando de forma clara como a energia potencial e cinética é convertida em calor e vice-versa, incluindo uma interpretação sobre variações da temperatura verificadas nesses processos. E conclui que embora a Termodinâmica tenha estabelecido suas leis antes do entendimento da natureza atômica da matéria, *“uma explicação molecular dos fenômenos enriquece a compreensão destes e muito contribui para ela. Em especial, a discussão dos aspectos microscópicos permite abordar a dinâmica dos processos de transferência de energia”* (Barros, 2009; p. 244).

Em razão das dificuldades que são evidenciadas no ensino de conceitos como entalpia, entropia, energia interna, Silva (2005) propõe que o conceito de entalpia não seja ensinado no ensino médio, afirmando que seria necessário um aprofundamento nos conceitos científicos a nível superior para o pleno entendimento do que seja Entalpia, e que mesmo fazendo a transposição para o nível de compreensão dos alunos, muito se perderia em significado, não cumprindo assim com o objetivo proposto para o ensino médio, que é a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente. E ainda afirma que *“ensinar a entalpia como sinônimo de calor não acrescenta nada de significativo aos conhecimentos dos alunos”* (Silva, 2005, p. 25), devendo, entretanto, manter o ensino do conceito de calor como processo de transferência de energia. De fato, esta é uma visão

Portanto, ensinar Termodinâmica, seja ela Física ou Química, a fim de transpor conceitos como energia, entalpia, entropia, energia interna, calor e temperatura, sistema e vizinhança, é o grande desafio do professor de Física e de Química, para que não fique limitada a aplicação de fórmulas, conversões de uma unidade de energia para outra ou resoluções mecânicas de exercícios que não acrescentam muito aos saberes dos alunos, mas que o ensino desses conceitos possa ser útil na análise dos diversos fenômenos químicos e físicos da natureza observados no cotidiano dos estudantes do nível médio.

## TERMODINÂMICA QUÍMICA E OS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

A partir de 1996, cerca de oito anos após a redemocratização com eleições diretas para a Presidência da República, o cenário para produção e adoção do livro didático no Brasil sofreu mudanças bastante significativas. Como é natural acontecer em tais ocasiões, comissões e órgãos que antes tinham como missão dificultar divulgações de ideais libertários nessas obras, exercendo controle muito mais político-ideológico do que didático-pedagógico (Santos 2006), passaram a atuar sob uma perspectiva mais apropriada ao processo educacional brasileiro.

Neste sentido, através da Lei 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996, foram estabelecidas novas diretrizes e bases para a educação nacional (LDB) e, no ano seguinte, em 15 de outubro de 1997, foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). Sobre esse novo horizonte que se apresenta na educação do país, Santos (2006) assim se expressa:

“Vislumbram-se novas perspectivas, com a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996 e o lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais pelo Governo Federal. Neste novo século, o ensino de Ciências encontra-se em pleno desafio. **Apesar dos esforços de vários pesquisadores nas áreas de Ensino, a escola ainda apresenta uma visão ingênua da concepção de ciência, transmitindo, ano após ano, uma visão distorcida, impregnando nos alunos a idéia de que o conhecimento científico é pronto e acabado, resultado de mentes brilhantes e inquestionáveis** (grifo nosso).” (Santos, 2006 p. 44)

Como consequência, os “olhares” sobre aquilo que o livro didático oferece em termos de conteúdos, estratégias, ilustrações, contextualização, enfoque baseado em aspectos históricos e CTS, começaram a mudar, incluindo - além das diretrizes estabelecidas através da LDB e dos parâmetros curriculares nacionais (PCN's) - orientações curriculares específicas para o ensino fundamental e médio.

Esses acontecimentos levaram as editoras a reformularem seus livros, principalmente aqueles de autores já conhecidos e bastante adotados nas escolas de todo país, levando-se em conta as novas perspectivas do ensino voltadas para a formação cidadão. O avanço nas pesquisas em ensino de ciências, as investigações em torno do que esses livros apresentam, bem como as próprias obras produzidas por determinados grupos de pesquisa em ensino de ciências em nosso país, forçaram, de certo modo, as grandes editoras nacionais, a rever suas propostas de livros didáticos. Com a implantação do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), em 2004, e a possibilidade de compra de livros em massa pelo Governo Federal, através do Ministério de Educação, elevaram os ânimos das editoras para produzir os livros conforme as orientações sugeridas pelos documentos oficiais. Mesmo assim, nem sempre as mudanças ocorrem em caráter substancial, às vezes, apenas superficial.

Fundamentados nessa realidade, nos propomos a analisar os conteúdos de Termodinâmica Química nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLEM 2012, a fim de contribuímos para as mudanças que o ensino de ciências vem vivenciando nas últimas décadas. E é sob a orientação dessas pesquisas em ensino de ciências e principalmente em ensino de química e também pelas diretrizes contidas nos documentos legais para o ensino médio (PCN, PCN+, OCEM) que procuramos nos livros didáticos de Química, a presença da contextualização dos conteúdos, da história da ciência, evitando a compartimentalização e o acúmulo de informações, mediante a interdisciplinaridade, incentivando o raciocínio e a capacidade de aprender.

O Quadro 1 apresenta as cinco obras que foram aprovadas pelo PNLEM 2012 de Química para o triênio 2012, 2013 e 2014.

**Quadro 1: Livros didáticos de Química aprovados pelo PNLEM 2012**

Livro	Referências
Q1	PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Química na abordagem do cotidiano. 4ed. São Paulo: Moderna, 2006. v.2
Q2	FONSECA, M. R. M. Química 2: meio ambiente, cidadania e tecnologia. 1ed. São Paulo: FTD, 2011. v. 2
Q3	LISBOA, J. C. F. Ser protagonista Química. 1ed. São Paulo: SM, 2010. v. 2
Q4	SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. Química cidadã. 1ed. São Paulo: Nova Geração. 2010. v. 2
Q5	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química – ensino médio. 1ed. São Paulo: Scipione, 2010. v. 2

As obras foram selecionadas com base no Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Este programa, que nasceu em meio as discussões da área de ensino de ciências, no caso deste trabalho, especificamente a química, possibilita selecionar livros didáticos para o ensino médio que possam contribuir de forma significativa para aprendizagem da ciência. A análise dos capítulos referente à termodinâmica química (termoquímica) foi realizada com base no referencial teórico de Bardin (2004). Assim, elencamos três categorias de análise para este trabalho:

- Categoria 1 – Apresentação da introdução;
- Categoria 2 – Contextualização do conteúdo;
- Categoria 3 – Contexto histórico da termodinâmica.

As discussões tiveram como fundamento as proposições contidas nos documentos legais (PCN, PCN+ OCEM) e também em referências relativas à pesquisa sobre ensino de ciências e de química, especificamente.

## **ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA**

### **Categoria 1 – Apresentação da introdução:**

Em **Q1** o destaque é para conteúdos energéticos dos alimentos (valor calórico), informando que o mesmo será tema do capítulo. Em uma caixa de texto, apresenta os conteúdos informando sobre a importância da energia para a ciência e para a sociedade, destacando os combustíveis como fonte energética. Em seguida já define que o calor a ser estudado será a pressão constante, que segundo Silva (2005) o estudo da entalpia a pressão constante, nesse nível de ensino, é inviável devido à quantidade de equações complexas necessárias para uma reação compreensão da variável termodinâmica entalpia. Ainda assim, o livro situa a termoquímica como o ramo da Química responsável por esses estudos.

No livro **Q2** é apresentado quatro textos sobre poluição térmica provocada por usinas de energia (termelétrica e nuclear) e sobre poluição térmica em ambientes de trabalho. Esses textos foram retirados de matérias em sites da internet ou livros

(<[www.infopedia.pt/\\$poluicao-termica](http://www.infopedia.pt/$poluicao-termica)> e FELLEBERG, Gunter. Introdução aos problemas da poluição ambiental. São Paulo: EPU, 1980). Ao final, uma atividade é sugerida para explorar os textos, com questões que versam sobre conhecimento técnico sem contextualizar com os problemas sócio-ambientais abordados. Segundo Auler (2011) a resolução de problemas desvinculados das questões sociais em que se configura, de forma apenas técnica, é um retorno a tecnocracia, ou seja, a constituição de valores tecnocráticos. Um exemplo de perguntas apresentadas é: “por que os gases liberados na queima de derivados de petróleo são quentes?” De certa forma essas questões não levam a uma análise crítica do grave problema abordado nos textos sobre poluição térmica.

Em **Q3** é apresentado uma ligeira abordagem sobre o Brasil como sendo um país pioneiro em combustíveis derivados da biomassa. Em seguida propõe 5 questões para reflexão. Sendo as 4 primeiras referentes a energia, fontes energéticas, aparelhos domésticos que consomem energia e reações de combustão. Apenas uma questão é contextualizada, tratando das desvantagens do uso de combustíveis da biomassa e seu impacto nas áreas de plantio, concorrendo com a produção de alimentos, solicitando do aluno uma reflexão a respeito.

O livro **Q4** apresenta nove páginas de introdução abordando o conteúdo a partir de um fenômeno químico: a combustão. O fenômeno é interpretado sobre os mais diferentes aspectos, desde a demanda de energia por parte da sociedade, passando pelos problemas ambientais decorrentes do uso exagerado da energia, bem como das pesquisas que tem visado minorar esses problemas gerados pela queima de combustíveis ao longo da história. Ao mesmo tempo em que define o fenômeno da combustão e seus tipos (completa e incompleta), com exemplos variados, o fenômeno passa a ser fio condutor para a discussão de problemas ambientais causado pelos gases resultantes do processo de combustão (efeito estufa e chuva ácida). Aborda também o consumo de combustíveis pelos automóveis, a qualidade dos mesmos e a regulagem dos motores a fim de controlar os danos causados à atmosfera. Ao mesmo tempo aponta para a tecnologia que tem fabricado motores mais eficientes e econômicos, representando economia e menos poluição. Aborda questões ético-morais ao alertar sobre o trabalho infantil que ainda existe no Brasil nas chamadas carvoarias. O texto propõe 11 questões abertas para debate. As questões possuem caráter técnico, social, ético e ambiental. A análise proposta por esse livro vai de encontro tanto a perspectiva de contextualização do ensino quanto a uma nova forma de apresentação do capítulo de um livro, pois ao invés da apresentação de conteúdos prontos e acabados para discutir a termoquímica apresenta uma espécie de unidade didática capaz de discutir os conceitos desse capítulo de forma integralizadora.

Em **Q5** é discutido o conceito de energia e sua origem clássica – capacidade de realizar trabalho – em alusão as primeiras máquinas a vapor movimentadas pela queima de madeira e carvão. Este livro, explica o estudo da transferência de energia, tendo como fonte primeira o sol, que através da fotossíntese, gera as fontes energéticas (alimentos e combustíveis fósseis), e as grandes transformações que o uso da energia promoveu no mundo, como também as consequências do seu uso indiscriminado, provocando o aumento do efeito estufa e as chuvas ácidas pela queima dos combustíveis fósseis. Uma questão importante apresentada nesta introdução é a preocupação dos autores em distinguir conceitos como energia, calor, temperatura e trabalho dos diferentes significados que possuem na linguagem comum e científica, se propondo a esclarecê-los ao longo do capítulo. Essa perspectiva ressalta a fundamental importância da elaboração conceitual do conhecimento químico, pois no

que se refere à aprendizagem de conceitos científicos o uso correto de um determinado termo possibilita a evolução conceitual (MACHADO e MOURA, 1995).

É importante que a introdução de um capítulo possua um caráter amplo, mostrando as diferentes visões daquele conteúdo já dentro de um contexto histórico-social, com possibilidades de discussão e reflexão por parte do leitor/aluno. Nessa perspectiva, os PCN+, ao tratar dos instrumentos utilizados em comum pelas várias ciências, esclarecem sobre a questão da energia:

*“Na Biologia e na Química, as energias não são menos importantes e nem menos variadas em suas designações e, no fundo, se trata da mesma energia da Física. Nas reações químicas em geral e na fotossíntese em particular, a energia tem o mesmo sentido utilizado na Física, **mas raramente se dá um tratamento unificado que permita ao aluno compor para si mesmo um aprendizado coerente.**” (PCN+, p.29) – grifo nosso.*

Essa ausência de um “tratamento unificado” é percebida significativamente na introdução das obras **Q1**, **Q2** e **Q3**, embora se aborde questões do cotidiano ou sócio-ambientais, não há qualquer integração das informações sobre a energia que leve o aluno a perceber na Termoquímica a aplicação das leis da Termodinâmica às reações químicas. Apenas as obras **Q4** e **Q5** vinculam esse conhecimento ao desenvolvimento da física térmica que levou ao estabelecimento das bases da Termoquímica, marcada por grandes mudanças de ordem econômica-social no século XIX.

Os documentos legais que estabelecem as diretrizes para o ensino médio apresentam os conteúdos referentes à Termoquímica da seguinte forma: “*compreensão do significado das aplicações das primeira e segunda leis da Termodinâmica no estudo das transformações químicas*” (OCEM - p.113). Entretanto, não se menciona essas leis e nem o termo termodinâmica em Q1, Q2 e Q3.

## **Categoria 2 – Contextualização o conteúdo:**

De acordo com os PCN+, “*a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo*” (p. 31). Dessa forma, contextualizar não é só citar situações do cotidiano ou apresentar aplicações daquele conteúdo, sem a devida vinculação com os conceitos apresentados. Com a contextualização, os conteúdos ganham significação e se estabelecem pontes entre os outros campos do conhecimento. Dessa forma, o enfoque CTS tem segundo Freire (2007), “*como marca a contextualização do ensino, embora não se reduza somente a isso, pois promove o estudo de situações reais, extraindo conceitos científicos e utilizando-os para a compreensão da realidade e dos fenômenos. Assim, o ensino de Química com enfoque CTS motiva os alunos a estudarem a Ciência.*” (p. 50). Descrevemos abaixo os aspectos de contextualização encontrados nos livros analisados nesta categoria.

Para ilustrar os aspectos de contextualização o livro **Q1** apresenta caixas de texto com informações sobre o valor calórico dos alimentos, bons hábitos alimentares, a reação exotérmica de autodefesa do besouro-bombardeiro, informações sobre explosivos e dissipadores de calor para computadores. Essa forma de apresentação parece ser desconexa de como os conceitos serão abordados no livro, pois contextualizar o ensino de química requer muito mais que meras informações como as apresentadas neste livro.

Em **Q2** foi observado ao longo do texto, inserções de temas referentes ao conteúdo calórico dos alimentos e seu cálculo, mostrando o mecanismo da bomba calorimétrica. Há também uma seção onde se apresentam curiosidades, como a aplicabilidade dos sensores de temperatura (aparelho de termografia), embalagens que aquecem e resfriam, e uma matéria sobre a produção de diamantes artificiais e outra sobre o grave problema dos garimpos de diamantes na África, os conflitos e muitas mortes (neste texto há uma proposição de debate em sala). Apesar da preocupação dos autores em gerar um debate em sala de aula, este livro não apresenta seus textos com temas geradores capaz de trazer a tona questões socialmente relevantes para problematizar uma sala de aula e discutir, a partir de um tema gerador, os conceitos químicos importantes. A perspectiva de um tema gerador é, segundo Freire (1967), uma forma de inserir o estudante em um contexto sociocultural que pode favorecer a aprendizagem.

Assim como em Q1 e Q2, Q3 também apresenta os elementos de contextualização isolados do conteúdo químico. Observa-se apenas no início do capítulo, uma maior relação entre os estados físicos da matéria com o ciclo da água no planeta, com indicações dos fenômenos que absorvem e que liberam energia. Ao longo do capítulo, vê-se pequenas caixas de texto na margem direita da página (quatro caixas de texto com informações conceituais e históricas), apresentando também uma tabela sobre o conteúdo calórico dos alimentos ao final do capítulo e um texto extraído da internet abordando um tema sobre a extinção dos reservatórios de partida a frio dos carros "flex". Esta seção leva o nome de "Ciência, tecnologia e sociedade". E ao final do texto apresenta questões sobre o mesmo para discussão. Antes do nascimento do programa nacional para o livro didático no Brasil alguns livros didáticos já apresentavam caixas com textos informativos ao final do capítulo de um livro, como a que foi apresentada neste, porém como não existia a "necessidade" de qualificação do livro por esse programa para recebimento de um selo que os enquadrava como bons e ainda, a possibilidade de venda em grande quantidade para o governo, os livros não apresentavam denominações com o termo ciência, tecnologia e sociedade. Os livros que atualmente apresentam essa espécie de denominação parecem estar muito mais preocupados em se apresentar como construídos na perspectiva CTS para compor a lista de requisitos solicitada para aprovação do PNLEM do que se inserir realmente no enfoque CTS que segundo Santos (2003), CTS está vinculado à educação científica do cidadão o que numa abordagem mais específica para este autor é preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática o que o desvincula de apenas ler um texto informativo em um determinado livro didático.

Diferente dos livros **Q1**, **Q2** e **Q3**, o livro **Q4** possibilita a formação de conceitos relacionados à termodinâmica química a partir do uso de utensílios domésticos, exemplificando-os como sistemas termodinâmicos e as diversas transformações de energia que alguns aparelhos promovem. A análise deste livro evidencia a formação dos conceitos químicos muito mais atrelado ao que sinaliza os documentos legais para o ensino contextualizado do que os três primeiros que já discutimos possibilitando uma alfabetização científica do estudante e demonstrando a construção dos conceitos químicos através de aspectos da história da química. Trata-se de uma abordagem mais dinâmica que atrela textos informativos aos conceitos químicos. Outro ponto importante, embora não se caracterize como análise desta categoria, mas vale a pena ressaltar é a introdução de variáveis macroscópicas termodinâmica como, por exemplo, a entropia, que não é discutida nos livros anteriores analisados (Q1, Q2, e Q3).

E **Q5** traz uma discussão sobre os combustíveis e as formas alternativas de energia, apresentando vantagens e desvantagens do ponto de vista ambiental que

alguns tipos de fontes energéticas e usinas geradoras de energia causam ao meio ambiente, como também informações sobre o consumo dessa energia por parte da população do mundo. Discute termos como temperatura, termômetros, sensações de quente e frio, diferença entre temperatura e calor ao mesmo tempo em que vai apresentando situações do cotidiano, seguidas de proposições de atividades práticas simples em que esses termos aparecem, fazendo a ponte do que se observa no dia-a-dia para uma visão científica. Situa a Termoquímica dentro da Termodinâmica, enfatizando as suas leis e a sua contribuição para o entendimento das transformações físicas e químicas. Essa ponte que o autor faz na obra **Q5** entre as concepções do cotidiano e a visão científica dos fenômenos térmicos demonstra a preocupação com as mudanças conceituais a serem realizadas pelo aluno. Conforme analisa Pozo (2009, p. 134), os fenômenos científicos podem ser analisados sob os vários níveis de compreensão, e uma concepção não elimina ou invalida a outra, ao contrário. Mas é fundamental que estas relações sejam explicitadas.

Contextualização, interdisciplinaridade, enfoque CTS são termos já bastantes difundidos, mas ainda não compreendidos, posto que eles não devam funcionar como meros acessórios ou complementos aos conteúdos científicos sejam nos livros didáticos ou na própria sala de aula. Na apresentação dos PCN's, lê-se:

*“Partindo de princípios definidos na LDB, o Ministério da Educação, num trabalho conjunto com educadores de todo o País, chegou a um novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção de nossos jovens na vida adulta. Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender.”*  
(PCN, p. 4)

Em **Q1**, **Q2** e **Q3** a opção pelo uso de caixas de texto para se inserir elementos de contextualização, interdisciplinaridade e enfoque CTS, isolam estes elementos do conteúdo apresentado, deixando-os à margem e com um caráter muito mais informativo do que formativo. Sendo removidos, os mesmos não afetariam a sequência dos conteúdos e permaneceriam na mesmice dos livros que existiam antes do PNLEM. Isso não ocorre na obra **Q4** e **Q5**, pois existe um avanço considerável nesse aspecto, afinando-se com o que está posto de forma específica nos PCN's da química e de forma geral o que é discutido nas OCEM contribuindo para uma aprendizagem da química com significado.

### **Categoria 3 – Contexto histórico da Termodinâmica:**

Os PCN+ descrevem as competências em Química a serem adquiridas em relação à ciência e tecnologia na história:

*“Reconhecer e compreender a ciência e tecnologia químicas como criação humana, portanto inseridas na história e na sociedade em diferentes épocas; por exemplo, identificar a alquimia, na Idade Média, como visão de mundo típica da época.”* (PCN+, p. 92).

OKI e MORADILLO (2008) referenciam diversos autores – PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003; FREIRE JÚNIOR, 2002; LEITE, 2002; WANG e MARSH, 2002; NIAZ, 2001; SOLBES e TRAVERS, 1996; WORTMANN, 1996; MATTHEWS, 1994,

1990; GAGLIARD, 1988 – que reconhecem a importância da história e da filosofia da ciência para a educação científica do indivíduo, contribuindo para o processo de humanização do próprio ensino científico, enriquecimento cultural e desvencilhando-se da ideia de que a ciência é neutra. É também um elemento motivador para a aprendizagem dos conteúdos. Entretanto as obras, em sua maioria ainda dedicam pouca importância ao contexto histórico da ciência.

Em **Q1** não encontramos qualquer menção ao termo Termodinâmica no capítulo e, portanto, nenhuma referência às suas leis, nem tampouco qualquer citação quanto a Termoquímica ser a Termodinâmica aplicada ao estudo das trocas de calor nas transformações químicas, resumindo-se basicamente a aplicação das Primeira e Segunda Leis sem demonstrar qualquer aspecto da sua construção histórica. O mesmo acontece nas obras **Q2** e **Q3**.

Diferentemente do que observamos nas obras **Q1 Q2** e **Q3**, nos livros **Q4** e **Q5** encontramos em diversos trechos a presença do contexto histórico da termodinâmica, seja em caixas de texto com fotos dos cientistas, na sequência didática associado aos conceitos, ou em imagens com suas respectivas legendas. Enfoca-se tanto o desenvolvimento da ciência, o surgimento e aperfeiçoamento de motores, usinas de energia elétrica entre outros fatos, como também as consequências sociais e os problemas ambientais gerados por esse desenvolvimento. De forma ainda mais interativa o livro **Q5** apresenta o contexto histórico presente ao longo do capítulo inserindo a termodinâmica, suas leis e algumas informações biográficas dos cientistas. De certa forma, **Q5**, apresenta uma visão geral de construção da termodinâmica, principalmente porque vai na gênese da construção da ciência ilustrando para o leitor que essa construção não se deu de forma a-histórica, ou seja, de forma pronta e acabada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas três categorias analisadas, percebe-se a presença de dois grupos distintos em relação à apresentação dos conteúdos de Termodinâmica Química nos livros didáticos de química aprovados pelo PNLEM 2012. Observa-se nas obras Q1, Q2 e Q3 as informações de caráter sócio-cultural e situações do cotidiano serem colocadas de forma isolada, como acessórios que podem ser retirados sem alterar os conteúdos, pois não compõem a essência do texto, transmitindo uma ideia de menos importância, apesar de no próprio título da obra aparecer “*na abordagem do cotidiano*” ou “*meio ambiente, cidadania e tecnologia*”, termos bastante significativos que são utilizados entre os pesquisadores em ensino de ciências e expressos nos documentos legais como prioridade para o aluno do ensino médio no processo de construção de sua cidadania. As obras Q4 e Q5, por serem oriundas de grupos vinculados a pesquisa em ensino de química, já tratam os conceitos juntamente com os seus aspectos históricos, sociais, econômicos e ambientais, dando a ideia de integralidade, onde mostram uma visão mais ampla da ciência que é capaz de interferir, modificando a sociedade, ou seja, desconstruindo a ideia de que a ciência é neutra e sem conexões com o dia-a-dia e com a natureza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In

BALDOW, Rodrigo e MONTEIRO JR, F. N. **Os livros didáticos de física e suas omissões e distorções na história do desenvolvimento da Termodinâmica.** ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.3, n.1, p.3-19, 2010.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. 3º ed. Lisboa: Edições 70, 2004. 223 p.

BARROS, H. L. C. **Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular.** QNEsc, Vol. 31, n. 4 , p. 241-245, 2009.

BRASIL. MEC; SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. MEC; SEMTEC. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. MEC; SEB. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Volume 2. Brasília, 2006.

CHAGAS, A. P. **História da termodinâmica química (II): o trabalho de Favre sobre a termodinâmica das pilhas elétricas.** 23a Reunião Anual da SBQ, Vol. 2, pp.7-7, Poços de Caldas, 2000.

COVOLAN, S. C. T. e SILVA, D. **A entropia no ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito.** Ciência & Educação, vol. 11, n. 1, p. 98-117, 2005.

DE PADUA, A. B. et al. **Termodinâmica clássica ou termodinâmica do equilíbrio: aspectos conceituais básicos.** Londrina: Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Vol. 29, n. 1, p. 57-84, 2008.

DE PADUA, A. B. et al. **A História da Termodinâmica: uma Ciência Fundamental.** Londrina: EDUEL, 2009.

FREIRE, L. I. F. **Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de Química.** 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. p. 50.

GRINGS, E. T. O.; CABALLERO, C. e MOREIRA, M. A. **Avanços e retrocessos dos alunos no campo conceitual da Termodinâmica.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 7, n.1, p. 23-46, 2008.

JACQUES, V. e ALVES FILHO, J. P. **O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas.** XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba, 2008.

KÖHNLEIN, J. F. K. e PEDUZZI, S. S. **Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura.** Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências, n. 2(3), p. 84-96, 2002

MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. **Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química.** QNEsc, n. 2, p. 27-30, 1995.

OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M. **A energia e a química.** QNEsc, n.8, p.19-22, 1998.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. **O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência.** Ciência & Educação, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

POZO, J. I. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 134.

SANTOS, W. L. P. e AULER, D. (Orgs.) **CTS e Educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas.** Brasília: Universidade de Brasília, 2011. p. 73-97

SANTOS, S. M. O. **Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio.** 2006. 235 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania.** 3 ed. Ijuí: Editora da Unijuí, 2003.

SILVA, J. L. P. B. **Porque não estudar entalpia no ensino médio.** QNEsc, n. 22. p. 22-25, 2005.

SOUZA, V. C. A. e JUSTI, R. **Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 10, n. 2, 2010.