

O TRATAMENTO DO CONTEÚDO ESPONTANEIDADE DOS FENÔMENOS NATURAIS NOS LIVROS DE QUÍMICA RECOMENDADOS PELO PNLD

Bruno Peixoto de Oliveira¹

Universidade Federal do Cariri – UFCA – Brasil
bruno.peixoto@ufca.edu.br

Pierre Basílio Almeida Fechine²

Universidade Federal do Ceará – UFC – Brasil
fechine@ufc.br

Francisco Belmino Romero³

Universidade Federal do Ceará – UFC – Brasil
belmino@ufc.br

Alessandro Cury Soares⁴

Universidade Federal do Cariri – UFCA - Brasil
alessandro.cury@ufca.edu.br

¹Licenciado em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2009) e mestre em Química, área de concentração Físico-Química, pela Universidade Federal do Ceará (2014). Atualmente é professor Assistente no Instituto de Formação de Educadores da Universidade Federal do Cariri.

² Graduado em Licenciatura (2001) e bacharelado (2002) em Química, Mestrado (2004) e doutorado (2008) em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Pós-Doutorado em Engenharia de Cristais pela University of Limerick - Irlanda (2014-2015). Foi Chefe do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da UFC no biênio de 2012-2013, onde atualmente é Professor Associado II. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Inorgânica, atuando principalmente nos seguintes temas: Química de materiais, física do estado condensado, propriedades dielétricas e magnéticas, biomateriais e nanopartículas.

³ Graduado em Química Industrial (1970) e em Engenharia Química (1971) - Universidade Federal do Ceará. Mestre em Ciência dos Materiais e Engenharia Metalúrgica - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1974). Livre Docente em Físico-Química - Universidade Federal do Ceará (2005). Professor de Físico-Química e pesquisador de corrosão e sua proteção na UFC. Atualmente é Professor Associado IV da Universidade Federal do Ceará.

⁴ Graduado em Bacharelado em química pela Universidade Federal de Pelotas (2002), graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Pelotas (2002) e mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde (Ufsm - Furg) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010) e Doutorado em Educação em Ciências: Química da vida e saúde (UFRGS- Furg-Ufsm) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016). Atualmente é professor Adjunto na Universidade Federal do Cariri Atua também como pesquisador junto ao Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências da Natureza, Tecnologia e Educação da UFCA.

RESUMO: A Termodinâmica, por se tratar de um ramo experimental e aplicado da Ciência, pode se tornar uma importante ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, visto que, através deste caráter aplicado pode facilitar para o aluno a visualização dos conceitos estudados em sala de aula. Este trabalho se propôs a analisar e avaliar o tratamento do conteúdo Espontaneidade dos Fenômenos Naturais nos livros didáticos de Química, recomendados pelo Ministério da Educação através do Guia de Livros Didáticos. Foi realizada uma análise dos livros didáticos atualmente recomendados pelo Ministério da Educação com o objetivo de analisar como o conteúdo espontaneidade dos fenômenos naturais era abordado, e se estavam em adequação com as orientações contidas em documentos legais do MEC. Seguindo as normas do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) dos cinco livros atualmente recomendados, apenas um foi considerado adequado para os processos espontâneos, pois o ele aborda o conceito de entropia fazendo sua ligação com a Segunda Lei da Termodinâmica, e apresentando o conteúdo através de exemplos cotidianos. Um diferencial em relação aos outros livros analisados foi que este material, também aborda outra função termodinâmica que descreve os processos espontâneos em condições mais corriqueiramente encontradas em laboratórios, ou seja, em temperatura e pressão constante, que é a energia de Gibbs.

Palavras chave: Espontaneidade. Livros didáticos. Energia de Gibbs.

ABSTRACT: Thermodynamics, because it is an experimental and applied branch of Science, can become an important tool in the teaching and learning process, since, through this applied character can facilitate for the student the visualization of the concepts studied in the classroom. This work aims to analyze and evaluate the treatment of the content Spontaneity of Natural Phenomena in the textbooks of Chemistry, recommended by the Ministry of Education through the Guide of Didactic Books. An analysis of the textbooks currently recommended by the Ministry of Education was carried out with the objective of analyzing how the spontaneity content of natural phenomena was approached and whether they were in compliance with the guidelines contained in legal documents of the Ministry of Education. Following the norms of the National Book of the Didactic Book of the five books currently recommended, only one was considered adequate for the spontaneous processes, because it approaches the concept of entropy making its connection with the Second Law of Thermodynamics, and presented the content through examples everyday life. A differential in relation to the other books analyzed was that this material also addresses another thermodynamic function that describes the spontaneous processes under conditions most commonly found in laboratories, that is, at constant temperature and pressure, which is Gibbs energy.

Keywords: Spontaneity. Textbooks. Gibbs energy.

1 INTRODUÇÃO

O ensino e aprendizagem da Termodinâmica envolvem conceitos de diversos domínios como Física, Química, Biologia e até mesmo História (LE MARECHAL; BILANI, 2008), ou seja, este assunto é um importante tema em que a interdisciplinaridade pode ser colocada em prática. O pesquisador Chassot (2003) afirma que hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de Ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes.

Nesse sentido, a alfabetização científica emerge como uma proposta de interligação e consolidação dos conhecimentos científicos e dos saberes populares. Ainda, segundo este autor, o saber escolar não é necessariamente uma produção exclusiva para a escola, e de acordo com Lopes (1992) envolve a relação de saberes de outros contextos sociais.

Todos os processos ocorrem naturalmente em um sentido, entretanto, o processo inverso é considerado não natural. Por exemplo: um fruto cai de uma árvore, contudo não vemos um fruto caído ao chão voltar espontaneamente a uma árvore. Deste modo, os processos espontâneos são também considerados processos irreversíveis. Assim o estudo deste conteúdo, especificamente dos fatores que determinam o sentido espontâneo de um processo, constitui como tema importante do ensino de Química, pois rompe com a lógica de senso comum acerca do que é ou do que deixa de ser espontâneo.

Essa situação cotidiana é replicada no Ensino Médio, os fatores que determinam se um dado processo ocorre de forma espontânea não são (normalmente) abordados de maneira adequada, ou seja, através de exemplos cotidianos, nos quais o aluno possa entender os conceitos e a aplicabilidade das funções termodinâmicas como entropia e energia de Gibbs. Este trabalho se propõe a analisar a abordagem do conteúdo “processos espontâneos” nos livros didáticos de Química que foram recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no triênio 2012-2014.

E a Termodinâmica como um ramo experimental e aplicado da Ciência pode se tornar uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, visto que, através deste caráter aplicado facilita para o aluno a visualização e a aplicabilidade dos conceitos estudados em sala de aula.

Citando alguns exemplos em que aspectos termodinâmicos possam ser facilmente contextualizados e colocados em um âmbito de discussões maiores temos: o processo de funcionamento de um termômetro, processos de combustão em uma caldeira e o aumento do consumo de combustíveis fósseis, os processos espontâneos como oxidação de um metal, transferência de calor

entre corpos de temperaturas diferente, a utilização de energia de uma pilha para realizar trabalho elétrico como em aparelhos celulares, entre outros. Todos esses exemplos podem facilitar o aprendizado dos alunos de conteúdos como, calor, trabalho, entalpia, processos espontâneos, leis da Termodinâmica, energia de Gibbs entre outros.

Enfim, exemplos e questionamentos não nos faltam para discutir os processos de reversibilidade das reações químicas.

2 METODOLOGIA

O trabalho aqui realizado se pauta na vertente qualitativa de pesquisa, ou seja, bebe na fonte dos métodos antropológicos de pesquisa para delinear sua trajetória, assim sendo optamos por nos valer da Análise de Conteúdo, como método analítico.

A Análise de Conteúdo, a qual nos referimos, segue os moldes propostos por Bardin (2009) e pode ser entendido como

[...] referenciar as diligências que nos Estados Unidos marcaram o desenvolvimento de um instrumento de análise de comunicações é seguir passo a passo o crescimento quantitativo e a diversificação qualitativa dos estudos empíricos apoiados na utilização de uma das técnicas classificadas sob a designação genérica de análise de conteúdo; é observar a posteriori os aperfeiçoamentos materiais e as aplicações abusivas de uma prática que funciona há mais de meio século (BARDIN, 2009, p.15).

Neste sentido, podemos entender, conforme Bardin (2009), a Análise de Conteúdo como um conjunto de técnicas, que sistematiza determinados procedimentos, oriundos da análise das comunicações, dando visibilidades aos ditos e aos escritos. Uma associação de palavras, de seu sentido conotativo, de seus estereótipos que resultam em possibilidades de interpretações.

Desta forma, inicialmente foi efetuada uma Análise do Conteúdo (AC) “Processos Espontâneos” nos cinco livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático. Optou-se por avaliar apenas os livros recomendados pelo PNLD para o triênio 2012-2014, pois estes livros já foram validados por profissionais das áreas de Química e Ensino de Química. Além disso, estes livros são amplamente distribuídos pelo país, sendo utilizados por milhões de alunos.

A seguir mostraremos mais desdobramentos dos critérios que adotamos para escolha e análise das obras.

2.1 CRITÉRIOS ADOTADOS PELO MEC PARA A SELEÇÃO/ADOÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS

Segundo o edital para o ingresso das coleções no PNLD 2012-2014, todas as coleções foram submetidas a um processo rígido de avaliação composto de três grandes etapas, a saber:

- a) triagem - baseada em aspectos técnicos como, por exemplo, características que deveriam estar presentes na capa, folha de rosto, verso, lombada e miolo do livro e manual do professor, além de formato, matéria-prima, acabamento.
- b) pré-análise – conforme apresentação de documentação pertinente ao processo;
- c) avaliação pedagógica – os critérios pedagógicos inerentes às Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a disciplina de Química em específico. A não observância de qualquer um destes critérios resultaria em eliminação da obra, pois, desta forma, a obra encontraria-se em oposição aos objetivos estabelecidos pelo MEC para o Ensino Médio.

Os critérios eliminatórios comuns a todas as áreas que foram submetidas à avaliação foram os seguintes:

- respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao Ensino Médio;
- observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
- coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
- correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
- observância das características e finalidades específicas do manual do professor e adequação da obra à linha pedagógica nela apresentada;
- adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra.

Quanto aos aspectos inerentes à disciplina de Química especificamente destaca-se a articulação necessária entre três níveis de conhecimentos: o empírico, teórico e a linguagem necessária para a compreensão da Química. Segundo o edital do PNLD, os livros didáticos de Química deveriam focar especificamente o estudo de materiais, a dimensão energética envolvida nas suas transformações, bem como os modelos explicativos voltados para a dimensão microscópica da constituição da matéria. Como critérios específicos para o componente curricular de Química, as obras seguem os critérios:

- apresenta a Química como ciência que se preocupa com a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta não somente situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas também os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho;
- rompe com a possibilidade de construção de discursos maniqueístas a respeito da Química, calcados em crenças de que essa ciência é permanentemente responsável pelas catástrofes ambientais, fenômenos de poluição, bem como pela artificialidade de produtos, principalmente aqueles relacionados à alimentação e remédios;
- traz uma visão de Ciência de Natureza Humana marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações de cada modelo explicativo e apontando as necessidades de alterá-lo, por meio da exposição das diferentes possibilidades de aplicação e de pontos de vista;
- aborda, no rol dos conhecimentos e habilidades, noções e conceitos sobre propriedades das substâncias e dos materiais, sua caracterização, aspectos energéticos e dinâmicos bem como os modelos de constituição da matéria a eles relacionados;
- apresenta o pensamento químico como constituído por uma linguagem marcada por representações e símbolos especificamente significativos para essa ciência e mediados na relação pedagógica;
- não apresenta atividades didáticas que enfatizam exclusivamente aprendizagem mecânicas, com a mera memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada;
- traz uma visão de experimentação que se afina com uma perspectiva investigativa, que leve os jovens a pensar a ciência como campo de construção de conhecimento permeado por teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, é plenamente necessário que a obra – em seu conteúdo – favoreça a apresentação de situações-problema que fomentem a compreensão dos fenômenos, bem como a construção de argumentações.

Após o processo de análise, um Guia de Livros Didáticos foi produzido, em que constavam as resenhas dos livros aprovados, bem como os critérios que nortearam a avaliação pedagógica das obras, sendo este encaminhado às escolas públicas do Ensino Médio para auxiliar aos professores no processo de escolha e adoção dos livros. Os livros didáticos recomendados pelo PNLD e analisados neste trabalho são sumarizados no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Livros Didáticos de Química Recomendados pelo PNLD que foram analisados

Código	Livro	Autores	Editora
LD 1	Química na Abordagem do Cotidiano	Eduardo Leite do Canto e Francisco Miragaia Peruzzo	Editora Moderna
LD 2	Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia	Martha Reis	Editora FTD
LD 3	Química	Andréa Horta Machado e Eduardo Fleury Mortimer	Editora Scipione

Quadro 1 – Livros Didáticos de Química Recomendados pelo PNLD que foram analisados

Código	Livro	Autores	Editora
LD 4	Química para a nova geração – Química Cidadã	Eliane Nilvana Ferreira de Castro Gentil de Souza Silva Gerson de Souza Mól Roseli Takako Matsunaga Sálvia Barbosa Farias Sandra Maria de Oliveira Santos Siland Meiry França Dib Wildson Luiz Pereira dos Santos	Editora Nova Geração
LD 5	Ser Protagonista Química	Júlio Cesar Foschini Lisboa	Edições SM

Fonte: Quadro elaborado pelo autor, 2018.

Todas as obras recomendadas pelo PNLD são divididas em três volumes e mantêm uma estrutura semelhante na divisão de conteúdos: o primeiro volume direcionado à Química Geral/Inorgânica, o segundo referente aos conteúdos de Físico-Química e o último livro englobava os conteúdos de Química Orgânica. A avaliação foi realizada no segundo volume das coleções, pois este aborda os conteúdos de Físico-Química, no qual poderia ser encontrado ou não o conteúdo tema deste trabalho.

2.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO ESPONTANEIDADE NOS LIVROS DIDÁTICOS

A avaliação foi desenvolvida a partir da leitura do capítulo referente ao conteúdo “Espontaneidade de um fenômeno”. Os critérios utilizados para avaliação dos livros didáticos foram a presença ou ausência do conteúdo “Espontaneidade de um Fenômeno” e se havia a correlação direta deste conteúdo com os tópicos Entropia e Energia de Gibbs. Caso a obra avaliada abordasse o conteúdo também era analisado se era feita a interligação destes tópicos com fenômenos do cotidiano dos alunos.

Considerou-se como parâmetro a energia de Gibbs como abordagem adequada para indicação da direção espontânea de um fenômeno natural, pois apesar da entropia ser a função termodinâmica que descreve um processo espontâneo (real), esta função é adequada apenas em sistemas isolados ou observando-se as propriedades das vizinhanças, enquanto a energia de Gibbs é a função termodinâmica que descreve um processo espontâneo examinando apenas as propriedades do sistema em estudo e obedece às condições mais comumente encontradas nos laboratórios, ou seja, temperatura e pressão constante.

O objetivo desta etapa foi verificar se estes livros abordam ou não o conteúdo espontaneidade de maneira adequada contextualizada como preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos cinco livros de Química recomendados pelo PNLD para o triênio 2012-2014, constatou-se que apenas um dos livros atualmente recomendados (LD3) foi considerado adequado na abordagem da temática espontaneidade. O livro aborda o conteúdo de entropia associando-o à espontaneidade de um fenômeno demonstrando através de exemplos cotidianos. Ele tem um diferencial em relação aos outros livros avaliados, pois menciona a energia de Gibbs, ou seja, explica que o sentido espontâneo de um fenômeno é determinado pela entropia e/ou energia de Gibbs (Quadro 2).

Quadro 2 – Existência do Tema Espontaneidade e correlação com $\Delta S/\Delta G$ nos Livros Didáticos do PNLD

Livro	Assunto	
	Entropia	Energia de Gibbs
LD 1	Não	Não
LD 2	Não	Não
LD 3	Sim	Sim
LD 4	Sim	Não
LD 5	Não	Não

Fonte: Quadro elaborado pelo autor, 2018.

O livro didático 4 também aborda o conteúdo de entropia relacionando-o à espontaneidade de um fenômeno, entretanto, não cita em que condições a entropia pode ser considerada como fator determinante para que um processo ocorra de forma espontânea e tampouco cita a energia de Gibbs como critério a ser analisado. A maioria dos livros didáticos não mencionam a Segunda Lei da Termodinâmica e sua relação com a espontaneidade de um processo.

Segundo Silva (2012), no atual Ensino Médio, a Termodinâmica Química fica reduzida a cálculos de calores de reação e manipulações de equações termoquímicas seguindo a lei de Hess, mesmo com as inúmeras orientações que os documentos legais trazem para o ensino de Química, o que é notado na abordagem de três dos cinco livros recomendados pelo PNLD, uma ênfase nos processos termoquímicos e uma abordagem falha e, por vezes, inexistente dos aspectos termodinâmicos das transformações.

3.1 LIVRO DIDÁTICO 1 (LD1)

O livro Química na Abordagem do Cotidiano (LD1) destina o Capítulo 6 ao estudo da “Termoquímica: o calor e os processos químicos”. O capítulo é composto de 40 páginas e se inicia com uma imagem referente ao café da manhã de uma família, em que é ressaltada a importância de se conhecer o conteúdo calórico dos alimentos para as boas práticas alimentares.

Ainda na primeira página, existe uma seção onde estão elencados conteúdos importantes durante o capítulo: processos endotérmicos e exotérmicos, unidades de energia relevantes, entalpia e variação de entalpia, conteúdo calórico de nutrientes, Lei de Hess, estado padrão, entalpia-padrão de combustão, entalpia-padrão de formação, energia de ligação e cálculos estequiométricos envolvendo energia liberada ou absorvida. Desde já ressaltamos que não há menção aos conteúdos entropia e energia de Gibbs como conteúdos importantes neste capítulo.

O primeiro tópico do capítulo refere-se ao calor e suas unidades, em seguida já são abordadas a liberação ou absorção de calor nos processos, conceituando processos exotérmicos e endotérmicos. É abordado o conceito de caloria, mencionando que existem aparelhos que determinam a quantidade de calor liberado ou absorvido em um processo, os calorímetros. Logo em seguida, é mencionada a relação entre as unidades caloria e Joule e entre Joule e quilojoule.

O segundo tópico do capítulo aborda a entalpia e sua variação. No tópico sobre entalpia e variação de entalpia são exemplificados os processos de variação de entalpia para uma mudança de fase, variação de entalpia em reações químicas (endotérmicas e exotérmicas) e as informações necessárias ao se representar uma equação termoquímica.

O tópico seguinte refere-se à Lei de Hess, é explanada a importância da Lei de Hess citando que ela permite que se trabalhe com equações termoquímicas como se fossem equações matemáticas e que ao somarmos equações, a variação de entalpia (ΔH) resultante seria igual ao ΔH das etapas somadas. O tópico de número quatro conceitua rapidamente o estado padrão de uma substância, seguido do tópico de entalpia-padrão de combustão e sua utilidade e do tópico de entalpia-padrão de formação.

O penúltimo tópico se refere à energia de ligação e o último deste capítulo faz menção aos aspectos estequiométricos da termoquímica referente ao tratamento matemático para cálculos de energia envolvidos nos processos quando determinada massa de substância é consumida ou produzida em uma reação química.

O capítulo possui muitos exercícios, em sua maioria questões de vestibular, contudo possui poucas ilustrações. Em relação aos conteúdos abordados, percebe-se nitidamente o tradicionalismo nos conteúdos. No final do capítulo é apresentado um mapa conceitual interligando os conceitos apresentados.

O capítulo cita apenas no seu início, com o exemplo das trocas de calor, um processo espontâneo, entretanto, não explica a razão dessa troca de calor

ocorrer de forma espontânea e tampouco faz menção aos conteúdos de entropia e energia de Gibbs. A visão microscópica é praticamente deixada à margem neste capítulo e também não são ressaltadas a visão e contexto histórico dos conceitos envolvidos.

Segundo Barros (2009) os estudantes nem sempre compreendem o significado da energia interna de um sistema e seus constituintes, ou ainda, o processo de ruptura ou formação de ligações químicas associadas à liberação ou absorção de energia de um ponto de vista microscópico.

Não se faz menção à Termodinâmica, e sim apenas à Termoquímica como um ramo da Química que estuda a energia liberada ou absorvida sob a forma de calor. Esta visão fragmentada pode causar dificuldades aos alunos, comprometendo assim a visão ampla da Ciência e a interdisciplinaridade.

3.2. LIVRO DIDÁTICO 2 (LD2)

O livro didático Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia (LD2) é dividido em unidades temáticas e seus respectivos capítulos. A terceira unidade referente à Poluição térmica é composta de cinco capítulos, nos quais três deles foram analisados neste trabalho: a) Capítulo 10 – Reações exotérmicas e endotérmicas; b) Capítulo 11 – Entalpia-padrão e lei de Hess; c) Capítulo 12 – Cálculos de variação de entalpia. Os dois últimos capítulos da unidade temática são referentes ao conteúdo de Cinética Química. Os capítulos analisados totalizam quarenta páginas.

Os capítulos iniciam com textos breves em que a autora procura estabelecer uma ligação do conteúdo com o cotidiano do aluno. O capítulo 10 inicia-se com o tópico Conteúdo Calorífico, no qual é recapitulado o conceito de calor, é definido o conceito de caloria e são apresentadas as unidades de medida e suas respectivas transformações.

O tópico seguinte indaga como é determinado o valor calórico dos alimentos, este tópico possui uma interdisciplinaridade com a Biologia de forma explícita, são abordados os valores calóricos de carboidratos, proteínas e lipídeos, e ainda há a discussão sobre o metabolismo basal do ser humano.

O tópico seguinte ainda mantém a relação de proximidade com a Biologia ao trabalhar a temática que trata de onde vem a energia dos alimentos e a conversão da energia dos carboidratos pelo organismo. Em seguida, temos o tópico sobre o calor envolvido nas reações químicas, nos quais são desenvolvidos os conceitos de reações exotérmicas e endotérmicas. São utilizadas reações químicas, gráficos de energia, figuras que exemplificam reações que

absorvem ou liberam energia, além de uma contextualização com o efeito *smog* e a sua diferença para o efeito estufa.

Em seguida, são abordados os aspectos estequiométricos ligados às equações termoquímicas e as trocas de calor nas mudanças de estado de agregação. O capítulo se encerra com uma proposta de experimento envolvendo calor e trabalho, seguido de uma seção em que são abordadas algumas curiosidades e exercícios de vestibulares e Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

O capítulo onze aborda a entalpia-padrão e a lei de Hess, neste capítulo são desenvolvidos de forma individual a entalpia-padrão de combustão, e a entalpia-padrão de formação, para em seguida fazer a abordagem da lei de Hess. O capítulo é curto e se utiliza de forma prioritária de tabelas com valores de entalpia e exercícios para a fixação dos conteúdos. Novamente se percebe o tradicionalismo na abordagem destes conteúdos.

O capítulo doze trata dos cálculos de variação de entalpia, em que são abordados os cálculos de variação de entalpia a partir das entalpias de formação e em seguida é tratado o tópico energia de ligação. Novamente o tópico é limitado a tabelas e resoluções de exercícios.

O livro não cita as leis da Termodinâmica e tampouco os conteúdos de espontaneidade, entropia e energia de Gibbs, tratando de forma prioritária os aspectos ligados à poluição térmica, tema-chave da unidade. O livro possui muitos textos e ilustrações como forma de contextualização dos conteúdos. Um ponto positivo do livro em sua abordagem é a interligação dos conteúdos com a Biologia.

Entretanto, o livro praticamente não cita os aspectos históricos e do desenvolvimento de conceitos de Química e não se percebe também na abordagem do livro uma preocupação com a visualização microscópica dos fenômenos, o que pode contribuir para uma visão da Química como uma Ciência pronta e acabada, o que contradiz as orientações do MEC nos PCNEM.

No que se referem aos conhecimentos químicos, tanto o PCNEM (BRASIL, 2000) quanto o Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) (BRASIL, 2006) são enfáticos em afirmar que devem ser explicitados os aspectos dinâmicos e históricos da Química, para que o aluno perceba o caráter evolutivo dos conceitos com o avançar do tempo.

A grande carga de exercícios de vestibulares e questões do Enem sugere a preocupação com os exames de ingresso às instituições de Ensino Superior, ou seja, o ensino tradicional ainda é marcante em detrimento ao entendimento dos fenômenos cotidianos e à superação da visão distorcida da Química como vilã nos dias atuais.

3.3. LIVRO DIDÁTICO 3 (LD3)

O livro didático Química (LD3) destina o capítulo 2 intitulado: Termoquímica: energia nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas, sendo este capítulo composto por 48 páginas. Já no índice do livro percebemos uma estratégia metodológica diferente por parte dos autores. O livro é dividido em textos, projetos e atividades.

Os textos apresentam temas de relevância à sociedade como: combustíveis e formas alternativas de energia. Dentro dos textos vão sendo encaixados e trabalhados não somente os conteúdos referentes ao assunto de Termoquímica bem como outros conteúdos de Química, na tentativa de manter uma visão unificada da Química. Os projetos e atividades que seguem os textos podem ser realizados em grupos ou de forma individual, e ainda serem atividades práticas. O que é notório principalmente nos projetos é o seu caráter investigativo e que incentiva as discussões entre os alunos como forma de estimular o aprendizado.

O primeiro texto aborda o tema combustível e formas de energia alternativas, aborda vários aspectos dos processos de conversão de energia e trabalho e calor e o processo inverso de conversão de calor em trabalho. Perpassando por aspectos históricos e sociais das transformações, vão inserindo os alunos no tema-chave do capítulo, a energia. Seguido do texto, propõe-se um projeto e uma atividade.

O texto seguinte aborda o tema temperatura e termômetros, o qual é introduzido o conceito da Lei Zero da Termodinâmica e equilíbrio térmico. O texto também aborda o processo de funcionamento dos termômetros e os aspectos de transferência de energia no processo. Uma visão histórica da evolução dos termômetros é desenvolvida ao longo do texto, que também é seguido de uma proposta de atividade prática, que tem como objetivo verificar a relação da temperatura com as sensações de quente e frio.

O texto número três tem como ponto-chave a distinção entre os conceitos de calor e temperatura na linguagem cotidiana e no contexto científico. Consideramos essa abordagem importante na condução do ensino, pois é necessário que o aluno de ensino médio tenha contato com a linguagem da Química e possa distinguir os significados científicos dos termos também empregados no cotidiano.

Neste texto, são definidos os conceitos de calor e temperatura de forma cientificamente adequada e é inserida a noção da quantidade de calor e de calor específico de um corpo. Fazendo também uma abordagem através do modelo cinético-molecular, faz-se uma definição de temperatura utilizando uma abor-

dagem microscópica do assunto. Ao final do texto, aborda-se a evolução do conceito de calor desde o calórico até o conceito atualmente aceito.

O texto quatro envolve a discussão do calor e energia envolvidos nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas. Nesse texto, são abordadas as leis da termodinâmica. É interessante o modo como os autores relacionam a Termoquímica à Termodinâmica, e citam que esta última surgiu historicamente antes e englobava os estudos em relação ao calor.

São abordadas as três leis da termodinâmica neste texto, citadas como sumários sucintos das experiências de cientistas de como a energia se comporta no curso das transformações. Na discussão da Segunda Lei da Termodinâmica é tratada a entropia e a relação de assimetria dos processos que ocorrem na natureza. O texto seguinte envolve a discussão dos processos endotérmicos e exotérmicos. Neste texto, vemos a utilização de diagramas com o sentido do fluxo de calor como forma de indicar se um processo é endotérmico ou exotérmico.

O texto de número seis aborda a energia contida em um sistema fazendo a correlação com a sua energia interna. Nesse texto, os conceitos de energia interna e a expressão matemática da conversão da energia interna em calor ou trabalho são discutidos, além de sua relação direta com o enunciado da Primeira Lei da Termodinâmica. Em seguida, é apresentado o conceito de entalpia, no qual é ressaltado que a variação de entalpia de um sistema deve ser medida quando o sistema sofre uma mudança à pressão constante. Assim como para a energia interna, também é apresentada a expressão matemática correspondente para a entalpia. Em seguida, os autores citam que tanto a energia interna quanto a entalpia são funções de estado e explicam o significado de uma função de estado.

O texto seguinte é bastante relacionado às outras disciplinas no caso Biologia e Geografia, e aqui se percebe a interdisciplinaridade dos conteúdos como forma de integrar o estudo. O texto aborda a energia solar, atmosfera, hidrosfera e o clima da Terra. Esse texto aborda de onde provém a energia utilizada pelo planeta, como as plantas conseguem armazenar energia através da fotossíntese, e a relação de transferência de energia térmica dos trópicos para as regiões mais frias da Terra através das correntes marítimas. Dentro dessa discussão são introduzidos os conceitos de capacidade calorífica, calor específico e o papel das forças intermoleculares no ciclo biogeoquímico da água.

O texto oito trata dos aspectos referentes às equações termoquímicas, falando da variação de entalpia em uma reação química e os detalhes importantes para escrever uma equação termoquímica de forma adequada. Aqui também são tratados conteúdos como, estado padrão de uma substância, a Lei de

Hess como uma consequência do fato que a entalpia é uma função de estado, e a energia de ligação.

O texto nove vem falar dos processos espontâneos, cita a entropia e a energia livre. O texto aborda as limitações da Primeira Lei da Termodinâmica para a indicação de um processo espontâneo, citando que a Segunda Lei da Termodinâmica e uma propriedade chamada entropia irão definir por que alguns processos ocorrem de forma espontânea e outros não.

O texto apresenta exemplos de fenômenos cotidianos que ocorrem espontaneamente e os relaciona à propriedade termodinâmica entropia, definida inicialmente como uma medida de desordem do sistema. Citando que um processo espontâneo ocorre quando ele contribui para o aumento da entropia do universo. Os autores relacionam a entropia a probabilidades de um sistema alcançar o maior número possível de distribuições termodinamicamente equivalentes.

A definição de Clausius para entropia é apresentada, e nesse momento, os autores ressaltam certa confusão que existe quando um aluno escuta ou lê em um noticiário que estamos vivenciando uma crise energética, entretanto o aluno aprende que a energia do universo é constante segundo a Primeira Lei da Termodinâmica. Novamente aqui se percebe a preocupação dos autores em transformar percepções cotidianas em conceitos cientificamente adequados, o que podemos caracterizar como o processo de alfabetização científica.

Por fim, os autores citam a função termodinâmica energia livre de Gibbs (G) como uma função útil para se antever a espontaneidade de um processo. É citado que para um processo que ocorre a temperatura e pressão constante, a variação de energia livre torna-se um critério para a definição da espontaneidade.

O último texto do capítulo relaciona os aspectos termodinâmicos aos aspectos cinéticos ao abordar que um determinado processo pode ser termodinamicamente favorável, entretanto, não possuir uma velocidade observável. O capítulo é finalizado com exercícios de vestibular e Enem.

O LD3 foi considerado adequado na abordagem dos conteúdos de espontaneidade, pois define a entropia como a função responsável ao se determinar a espontaneidade de um processo, entretanto, diferentemente dos outros livros analisados também cita a função energia livre e sua utilidade em processos que ocorrem à temperatura e pressão constante.

Além disso, o livro possui uma estrutura diferente em relação aos outros, os textos e atividades são utilizados para o desenvolvimento dos conteúdos do capítulo. Outros pontos foram considerados como positivos deste livro, tais

como: a interdisciplinaridade e a contextualização, além da evolução histórica de conceitos e da Química como Ciência e uma abordagem microscópica em diversos momentos do livro.

3.4 LIVRO DIDÁTICO 4 (LD4)

O livro didático Química Cidadã (LD4) é subdividido em unidades e o capítulo 4 da segunda unidade é intitulado Termoquímica sendo composto por 44 páginas. Logo no índice é destacado dentro do capítulo um tópico sobre a espontaneidade das transformações, dando ênfase à função termodinâmica entropia.

O capítulo se inicia com um longo texto sobre energia e ambiente, trazendo uma discussão sobre o papel da energia e suas transformações na sociedade moderna. Um ponto interessante acerca deste texto é que este se relaciona com o cotidiano e ao mesmo tempo introduz certos conceitos interessantes para o aluno, como por exemplo, combustão completa e incompleta, octanagem do combustível, os gases poluentes da combustão e as relações entre desempenho dos carros e consumo de combustível. Esta abordagem é interessante, pois desde o primeiro momento do capítulo o aluno tende a associar os conteúdos que serão introduzidos às suas vivências cotidianas.

Após o texto introdutório, o capítulo faz uma menção sobre a Termodinâmica como um ramo da Física que estuda as relações das transformações com a transferência de calor e cita que a Termodinâmica atualmente estuda os processos físicos relacionados à energia. É feita menção também às leis que permitem a previsão do comportamento de determinados sistemas materiais, e menciona uma área da Termodinâmica que se dedica ao estudo das transformações químicas como termoquímica.

Esse modo de apresentação de ramos da Ciência que trabalha de forma interligada é incentivado pelas orientações do OCNEM e PCNEM, pois trata a Ciência como uma estrutura unificada e não fragmentada, o que pode auxiliar o aluno no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas como um todo.

A referência sobre a utilização do fogo como fonte de aquecimento e iluminação é o mote inicial para uma discussão sobre o equilíbrio térmico e o princípio zero da Termodinâmica através de situações cotidianas. Os autores logo em seguida conceituam sistema, vizinhança e fronteira. São também conceituados e exemplificados os tipos de sistemas (isolado, fechado e aberto) para que enfim se cheguem às definições científicas de calor.

É interessante ressaltar que, durante a discussão do termo calor, os autores enfatizam que o significado da palavra calor, e sensações de quente e frio

possuem diferentes significados no nosso dia a dia e na Ciência e que a linguagem empregada deve ser precisa e seus significados devem estar claros para os alunos. Logo em seguida, são introduzidas as unidades de medida para energia e suas correlações matemáticas.

No trabalho realizado por Solbes e Tarín (1998), os autores afirmam que as ideias prévias dos alunos sobre conceitos como energia e calor são levadas em conta por poucos livros didáticos, em todos os níveis de ensino. Sendo assim, é necessário que os livros didáticos possam sanar eventuais equívocos conceituais dos alunos, ou seja, fazer com que conceitos que possuam um determinado significado no cotidiano do aluno, sejam compreendidos também de forma científica.

O segundo tópico é referente à calorimetria, nele é citado que o aparelho denominado calorímetro é capaz de medir a quantidade de calor liberada em uma reação de combustão através da variação de temperatura do processo. Em seguida, é proposto um experimento para a construção e demonstração do funcionamento de um calorímetro. Os autores mencionam que o objetivo do experimento é à construção de um calorímetro e a posterior comparação da quantidade de calor necessária para aquecer diferentes objetos.

A Primeira Lei da Termodinâmica é relacionada ao processo de conversão de energia em diferentes formas e conceituada como “a energia interna de um sistema isolado é constante”, podendo também ser chamada de Princípio da Conservação da Energia. Em seguida, é abordado o conceito de capacidade calorífica (C) de um material. Os autores associam a capacidade de transferir calor dos materiais à sua condutividade térmica, exemplificando que os metais são bons condutores térmicos e materiais como madeira, isopor não são bons condutores de calor.

O terceiro tópico é referente às transformações de energia. O estudo se inicia com uma discussão sobre as necessidades energéticas da sociedade nas suas variadas formas e a conversão da energia de uma forma para outra, enfatizando a conversão do calor em trabalho. Os autores falam da etimologia da palavra energia, conceituando energia como sendo a mola propulsora de uma transformação ou movimento de um sistema, o que enfatiza as relações entre energia, trabalho e calor.

O tópico possui um texto sobre a conversão de trabalho e calor relacionados ao Primeiro Princípio da Termodinâmica, utilizando definições da Física para trabalho. Há um destaque para a conversão de calor em trabalho como o princípio de funcionamento das máquinas a vapor.

A partir desse ponto, uma abordagem histórica sobre o processo de desenvolvimento das máquinas a vapor é realizada, é citado que o trabalho de Car-

not e de outros cientistas que possibilitaram o desenvolvimento dos princípios e leis da Termodinâmica.

O tópico seguinte é relacionado ao calor de reação ou entalpia, no qual novamente um pequeno texto introdutório é utilizado. Na sequência, é citada a tendência universal dos corpos alcançarem os estados de menor energia potencial e acrescenta-se que esse princípio também é válido para as reações químicas. Somente após esta explanação inicial é que os conceitos de reações endotérmicas e exotérmicas são apresentados.

Diagramas de energia são utilizados para a demonstração das reações endotérmicas e exotérmicas nos processos, os autores indicam o sentido do fluxo de energia. Nos processos endotérmicos, o sistema recebe energia das vizinhanças e nos processos exotérmicos o sistema libera energia para a vizinhança, fazendo também a convenção matemática para os processos citados.

A entalpia é definida como uma propriedade que é determinada a partir dos estados inicial e final, e novamente, o calorímetro é utilizado como demonstração de onde o conceito de entalpia é encaixado de forma aplicada para os alunos. O conceito de estado de um sistema como sendo o conjunto de propriedades e variáveis de estado como sendo as propriedades que definem um sistema.

Todos estes conceitos são explanados para a compreensão das informações necessárias para a representação adequada de uma equação termoquímica e das condições padrão de uma reação. Em seguida, são explanados os conceitos de entalpia de formação e entalpia de ligação, através do uso de tabelas e exemplos de reações.

A lei de Hess é o conteúdo de um tópico sendo enfatizado que a variação de entalpia de um processo depende apenas do estado inicial e do estado final. O último tópico do capítulo descreve a espontaneidade dos processos: entropia. É feita uma referência ao Primeiro Princípio da Termodinâmica e que energia é liberada ou absorvida em um processo.

Utilizando como exemplo o processo de troca de calor entre dois corpos a temperaturas diferentes e a impossibilidade de dois corpos em equilíbrio térmico estabelecerem espontaneamente uma diferença de temperatura é exemplificado que alguns processos ocorrem naturalmente em um sentido e não ocorrem no sentido contrário, conceituando que os processos que não retornam ao estado inicial são denominados processos irreversíveis.

Os autores indagam que o processo inverso do equilíbrio térmico não iria contrariar a Primeira Lei da Termodinâmica, pois a energia seria conservada. E citam que a Segunda Lei da Termodinâmica é a que justifica a espontaneidade

dos fenômenos. A Segunda Lei da Termodinâmica é apresentada segundo a definição de Clausius: “é impossível haver transferência espontânea de calor de um objeto frio para outro mais quente”.

Em seguida o conceito de variação da desordem de um sistema e a sua relação com a espontaneidade dos processos físicos é introduzido. Enfim, é citada a grandeza denominada entropia (S) e definida como a medida da desordem do sistema.

São fixados os limites para a conversão de calor em trabalho com a seguinte afirmação “uma mudança espontânea é acompanhada por um aumento da entropia total do sistema e das suas vizinhanças”. O capítulo se encerra com uma lista de exercícios e uma revisão sobre os conceitos estudados no capítulo.

O livro remete a cada seção, através de textos, a questões referentes à utilização e aplicação dos conceitos, ou seja, a abordagem é contextualizada, sendo perceptível também a interdisciplinaridade com a Física neste capítulo, no momento em que é citada a Termoquímica com um ramo da Termodinâmica, assim o ensino das Ciências como um todo se torna menos fragmentado.

Ressalta-se a preocupação dos autores com o contexto histórico e a evolução dos conteúdos apresentados, entretanto, deixa-se um pouco a desejar a abordagem microscópica dos fenômenos apresentados, sendo esta substituída pela preocupação acerca dos impactos causados pelo uso indevido das matrizes energéticas atuais. A linguagem utilizada neste livro é um ponto positivo, sendo introduzidos os termos científicos adequados para o estudo da Termodinâmica, como sistema, vizinhança e fronteira.

No trabalho de Warthá e Faljoni-Alário (2006) sobre os livros didáticos de Química, os autores afirmam que apenas 19% dos termos referentes à contextualização apresentados nos livros didáticos são referentes à tradução das ideias do senso comum para um conhecimento químico. Isso pode contribuir para que os alunos mantenham concepções inadequadas de termos científicos, como calor ou fenômeno espontâneo.

É citado no texto, o Princípio Zero, a Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica. O conteúdo entropia é abordado de forma conceitual e relacionado diretamente ao Segundo Princípio da Termodinâmica e ao aumento da desordem de um sistema, contudo não foram apresentadas as condições nas quais a entropia pode ser considerada como fator decisivo para a determinação dos processos espontâneos, somente foi citado que em um processo espontâneo, há um aumento na entropia do sistema e na entropia da vizinhança.

Através do que são recomendados no OCNEM no qual o aluno deve conhecer os processos do ponto de vista microscópico bem como do ponto de vista energético, acreditamos que uma abordagem microscópica do aumento de entropia nos processos espontâneos bem como a introdução do conteúdo energia de Gibbs como critério de espontaneidade seria um facilitador a mais para a compreensão dos alunos acerca da direção espontânea dos processos cotidianos.

3.5. LIVRO DIDÁTICO 5 (LD5)

O livro didático, Química – Ser Protagonista (LD5) é dividido em unidades temáticas e a segunda unidade é referida ao conteúdo Termoquímica. A unidade é composta de 24 páginas, iniciando com a fotografia de uma indústria de biodiesel e suscitando perguntas para reflexão acerca da necessidade do uso de energia em suas mais diferentes funções, das vantagens de combustíveis fósseis e a utilização de outras fontes como as biomassas.

O primeiro tópico do capítulo versa sobre os estados físicos e entalpia, cita o ciclo da água como exemplo das mudanças de estados físicos e da energia transferida nesses processos. Em seguida é feita uma correlação entre a formação e a ruptura de ligações químicas com a energia envolvida nesse processo, e conceitua reações endotérmicas e exotérmicas. Um diagrama de energia é utilizado para a visualização de reações endotérmicas e exotérmicas. São apresentadas as unidades de medida da quantidade de calor e com ela o conceito de calor específico.

O segundo tópico trata de entalpia e variação de entalpia, iniciando com um exemplo da ebulição da água e uma visão molecular do processo, com o aumento de entalpia. Em seguida, é associada a um processo exotérmico uma variação de entalpia negativa e a um processo endotérmico uma variação de entalpia positiva.

É abordado também a variação de entalpia nas mudanças de estado físico da matéria e a variação de entalpia em reações endotérmicas e exotérmicas, entretanto, a explanação é muito sucinta e são utilizados com maior frequência gráficos de energia para a ilustração destes processos.

O terceiro tópico discorre sobre a entalpia padrão e equações químicas. Em seguida, os conceitos de entalpia de formação, entalpia de combustão e energia de ligação são apresentados, bem como a representação adequada de uma equação termoquímica. Neste ponto, são apresentadas diversas tabelas com valores de entalpias e equações termoquímicas para fixação dos conteúdos pelos alunos.

O último tópico do capítulo refere-se à Lei de Hess, no tópico, explica que caso não seja possível realizar medições para a determinação da entalpia de reação, pode-se utilizar um conjunto de equações termoquímicas adequados que, quando rearranjadas podem nos dizer o valor da entalpia daquela reação de interesse. E conceitua que o processo de adição de entalpias de reação é conhecido com lei de Hess. O capítulo se encerra com uma proposta de experimento “Decomposição da água oxigenada” que tem como objetivo investigar o calor envolvido na reação de decomposição da água oxigenada e um esquema resumindo os conteúdos trabalhados no capítulo.

O livro didático se utiliza prioritariamente de exercícios resolvidos e atividades logo após cada tópico para a fixação dos conteúdos. São apresentados em quadros explicativos alguns fatos históricos acerca do conteúdo trabalhado em uma seção denominada “Química tem História”. Entretanto, não há uma ênfase na abordagem microscópica dos fenômenos apresentados. Ainda são encontrados exercícios de vestibular e do Enem que podemos refletir como sendo uma preocupação demasiada com os conteúdos em detrimento do entendimento da Ciência como um todo.

O livro apresenta de forma muito resumida os conceitos referentes ao estudo em questão, utilizando constantemente, gráficos e tabelas, os quais são apresentados com informações demasiadas que pouco acrescentam ao entendimento dos fenômenos e conseqüentemente, dão uma visão mais ampla da Química. Novamente a Termoquímica é dissociada à Termodinâmica, ou seja, a fragmentação dos conteúdos é mantida e não há a interdependência neste caso da Química com a Física.

Os conteúdos de entropia e energia de Gibbs não são citados em nenhum momento no texto do capítulo, bem como os processos espontâneos e irreversíveis.

No Ensino Médio os aspectos relacionados à conservação e transferência da energia são mais abordados comparando aos aspectos termodinâmicos dos processos espontâneos (SOLBES; TARÍN, 1998). Todavia a dispersão da energia recebe pouca atenção, mesmo estando presente nos planos e orientações de ensino (ZAMORANO; MOROS; GIBBS, 2011).

A partir dos estudos de Almeida (2003) em Portugal, Solbes e Tarín (1998) e Zamorano, Moros e Gibbs (2011) na América Latina, que visualizaram diferentes realidades, podemos observar que no que se refere ao Ensino Médio brasileiro, o panorama não é diferente. Os aspectos termodinâmicos não são enfatizados apesar de existirem diferentes orientações recomendando a abordagem destes conteúdos.

Campanario (2001) afirma que para muitos professores a escolha do livro didático também se caracteriza em uma escolha curricular e esta assume uma grande importância, pois este recurso exerce um poderoso efeito sobre o ensino e sua abordagem e, conseqüentemente, na aprendizagem dos alunos.

A escolha dos livros didáticos é um processo de suma importância, pois, em muitos casos, este é o único recurso utilizado pelo professor para orientá-lo em sua prática docente (MAIA et al., 2011). Echeverría et al (2008) destacam que a partir do ano de 2008 a escolha do livro didático deixa de ser um jogo entre as editoras e passa a ser um processo rígido com critérios bem definidos estabelecidos pelo PNLD.

Entretanto, a realidade ainda está distante do que seria esperado, o trabalho de Lima e Silva (2010) mostrou que 10% dos professores da rede pública de Minas Gerais escolhem o livro didático pelo autor, e que apenas 2% dos professores entrevistados recorrem às orientações oficiais para definir o livro a ser adotado. A contextualização também é uma característica sempre ressaltada pelos professores no momento da escolha do livro didático.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das análises realizadas nos livros didáticos atualmente recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático, apenas um dos cinco livros (LD3) foi considerado adequado na abordagem dos processos espontâneos e relacionando-os às funções termodinâmicas entropia e energia de Gibbs, pois este relacionava a espontaneidade dos processos a entropia e mais especificamente a energia de Gibbs.

Os livros didáticos de Química em sua maioria não abordam as Leis da Termodinâmica e os aspectos referentes à espontaneidade dos processos químicos e físicos, sendo contrários às normas apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), e na OCNEM (2006).

Pode se perceber que há nos livros didáticos uma ênfase na descrição dos processos termoquímicos com a utilização de diagramas e tabelas com valores de entalpia, não sendo delegada a mesma ênfase aos aspectos termodinâmicos envolvidos. Consideramos a inclusão da Termodinâmica nos livros didáticos importante, pois esta é uma das áreas da Química com vasta aplicação cotidiana. A sua inclusão nos livros de Química pode ainda, facilitar o entendimento de outros conteúdos como Equilíbrio Químico, Cinética Química e Eletroquímica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.M. **Segunda Lei da Termodinâmica Recursos Digitais e Ensino de Química**. 2003, 194f. Dissertação (Mestrado em Química para o Ensino) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2003.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BARROS, H. L. C. Processos Exotérmicos e Endotérmicos: uma visão atômico-molecular. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.34, n. 4, p. 241-245, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC; Semtec, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias**. v. 2. Brasília: MEC; Semtec, 2006.

CAMPANARIO, J.M. Qué puede hacer un profesor como tu o um alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 3, p. 351-364, 2001.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003.

ECHEVERRÍA, A. R.; MELLO, I. C.; GAUCHE, R. O Programa Nacional do Livro Didático de Química no contexto da educação brasileira. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. (Org.). **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. Campinas: Átomo, 2008. p. 63-83.

LE MARECHAL, J.F; BILANI R., Teaching and Learning Chemical Thermodynamics in School, **International Journal of Thermodynamics**, Istanbul, v. 11, n. 2, p. 91-99, jun. 2008.

Lima, M. E. C. C.; Silva, P. S. Critérios que professores de Química apontam como orientadores da escolha do livro didático. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12. n. 02. p. 121-136, mai./ago. 2010.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência Química. **Química Nova**, São Paulo, n. 15, v. 3, p. 254-261, 1992.

MAIA, J. O. et al. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia, **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33 n. 2, p. 115-124, 2011.

SILVA, D. A. M. **Análise dos conteúdos termodinâmicos em livros de Química e Física do Ensino Médio**. 2012. 116f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

SOLBES, J.; TARÍN, F. Algunas Dificultades en torno a la Conservación de la Energía, **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 3, p. 387-397, 1998.

WARTHÁ, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22. p. 42-47, nov. 2005.

ZAMORANO, R. O.; MORO, L. E.; GIBBS, H. M. Aproximación Didáctica a la Termodinámica con modelos y literatura de Ciencia Ficción, **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 401-419, 2011.