

**Resumo:** Considerando que o conteúdo de Equilíbrio Químico é um dos conteúdos de maior dificuldade de compreensão, as imagens podem auxiliar no processo de aprendizagem e possibilitar a construção de significado para o conhecimento. Este trabalho toma como objeto de estudo as imagens presentes nos livros didáticos de Química aprovados no Programa Nacional do Livro Didático para Ensino Médio – PNLEM - 2012, para os capítulos de Equilíbrio Químico. A pesquisa tem como objetivo analisar as representações referentes ao conteúdo de equilíbrio de fases e reacional e propor uma imagem para o estudo do equilíbrio químico que ocorre nas Lâmpadas halógenas.

## INTRODUÇÃO

Considerando que o livro didático (LD) é, muitas vezes, o material norteador no processo de ensino (WARTHA e FALJONI-ALÁRIO, 2005; MARPICA e LOGAREZZI, 2010), há grande preocupação por parte de educadores químicos e dos órgãos governamentais com a qualidade do mesmo. Mortimer (2008) aponta para a importância de romper com a sequência tradicional dos conteúdos e, para o incentivo do uso de novas estratégias e propostas metodológicas. Dentro disso, surge o uso de imagens como ferramenta para melhorar a interpretação dos significados químicos dos textos escritos dos livros didáticos.

Muitos estudiosos afirmam que os textos didáticos devem conter uma quantidade suficiente de imagens relacionadas ao conteúdo e que, essas imagens devem influenciar e melhorar a aprendizagem, o raciocínio, a compreensão de conceitos científicos e a recordação, além de promoverem a imaginação (OTERO et al, 2002; MARTINS E GOUVÊA, 2005;) Nesse sentido, as imagens têm papel fundamental no processo de aprendizagem, tanto pelo poder representacional quanto pela capacidade mediadora entre conceito, realidade, observação e conhecimento (MASINI et al, 2008). Além disso, de acordo com Gibin (2013), existem várias maneiras de utilizar as imagens na sala de aula, tais como: “instrumento para mobilizar um determinado grupo em torno de um assunto, exercícios de aplicação de conceitos, forma de avaliação e no uso em trabalhos interdisciplinares” (p. 20).

Em um de seus trabalhos, Gkitzia (2010) e colaboradores mostram a relação e a importância da

imagem para o estudo do conteúdo Químico, pois para o autor:

“Todos químicos são capazes de visualizar um fenômeno facilmente quando o veem em qualquer nível de representação. Eles desenvolvem a capacidade de “ver” a química em suas mentes em termos de imagens de moléculas e suas transformações (representações internas) e de construir, transformar e usar uma variedade de representações externas (macro, submicro e simbólica). Assim, o papel da representação e visualização é essencial para o desenvolvimento químico” (GKITZIA et al, 2010).

Seguindo esta linha de raciocínio, faz-se necessário apresentar, os níveis de representação do conhecimento químico discutidos por Johnstone (1982), sendo eles: macroscópico, submicroscópico e representacional (simbólico). No nível macroscópico os fenômenos são observáveis concretamente, o nível submicroscópico explica o processo químico por arranjos e movimentos de moléculas, e no representacional o conhecimento é expresso por números, símbolos, equações (Wu et al. 2001). Além disso, Johnstone (2000) afirma que, para que haja entendimento do conteúdo de Química, é preciso que haja interação entre estes três níveis de representação na explicação do mesmo. A partir de então, estuda-se a importância de representar os três níveis do conhecimento químico não só em um texto escrito, mas também na estrutura das representações visuais.

O uso adequado deste recurso e, principalmente, a preocupação em representar os três níveis do conhecimento, podem colaborar para o desenvolvimento de uma melhor compreensão de conceitos abstratos, como é o caso do conteúdo de equilíbrio químico (EQ), considerado por diversos professo-

res, alunos e estudiosos como um dos conceitos químicos mais complexos e um dos temas que oferece maior dificuldade de compreensão (MONCALEANO et al., 2003; CANZIAN e MAXIMIANO, 2010; MOHIDEEN et al, 2011). Estas dificuldades, segundo Souza e Cardoso (2008) e Moncaleano e colaboradores (2003), podem ser associadas à falta de conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos que tratam de reações, ligações, estequiometria, fórmulas, entre outros.

## OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram: (a.) discutir quimicamente as representações inerentes às imagens que integram o conteúdo de EQ de livros didáticos aprovados no PNLEM/2012; (b.) propor uma representação visual para auxiliar na compreensão deste conteúdo, considerando como situação de estudo as lâmpadas halógenas.

## METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa do tipo documental, já que segundo Silva (2011) o LD é considerado um documento histórico, pois seja qual for sua matriz curricular, está inserido em contextos historicamente localizados, ou seja, é um produto de relações que ocorreram ao longo do tempo na sociedade e não objetos surgidos ao acaso. Além disso, Cellard (2012) também aponta que, na análise documental, é primordial a compreensão do contexto social global que um documento - neste caso o livro- foi produzido, considerando nesta pesquisa, a importância da imagem como foco de estudo por diversos pesquisadores na sociedade atual.

Seguindo este raciocínio, esta pesquisa buscou analisar as representações propostas nos LD para tratar o conteúdo de EQ, mais especificadamente equilíbrio de fase e reacional, em termos dos elementos constituintes desta e, a partir disso, propor uma representação pictórica que possa colaborar com o entendimento deste conteúdo, considerando o contexto de uma lâmpada halógena.

Assim, foram selecionadas quatro (4) imagens daquelas encontradas para este conteúdo. Utilizou-se para a criação da imagem o programa CorelDraw X3®.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos LD, as imagens foram inseridas junto ao texto escrito para auxiliar na compreensão do conteúdo de Equilíbrio de Fases e de Reação e encontram-se representadas na figura 01.

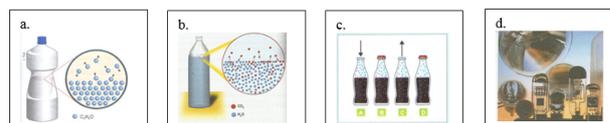


Figura 1 – Imagens que acompanham os textos escritos sobre equilíbrio de fase e reacional nos livros A, B, C e D\*, respectivamente.

\*Livro A: SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coords.). Química e sociedade. São Paulo: Nova Geração, 2010; Livro B: MORTIMER, E. F.; MACHADO, A.H. Química. São Paulo: Scipione, 2011.

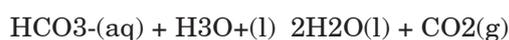
Livro C: LISBOA, J. C. F. Ser Protagonista, 1ª ed. São Paulo: SM, 2012;

Livro D: REIS, M. Química Meio Ambiente Cidadania Tecnologia. São Paulo: FTD, 2010.

Na figura a, tem-se representado um frasco contendo álcool. Sabe-se que, se colocássemos uma solução de água e álcool em um frasco fechado, o líquido evaporaria somente até que a taxa de evaporação se igualasse à taxa de condensação. Neste ponto, nenhuma mudança pode ser observada no sistema, as mudanças ocorrem apenas em nível molecular. O sistema em estado de equilíbrio químico pode ser representado, de forma geral, como Líquido Vapor; a dupla seta indica que dois processos ocorrem ao mesmo tempo e com a mesma velocidade, dessa maneira as moléculas movem-se continuamente do líquido para a fase de vapor e do vapor volta à fase líquida.

Em nível submicroscópico, a imagem em questão representa apenas as moléculas de álcool em duas fases: líquido e gasosa, para indicar que há um equilíbrio entre estas fases. Entretanto, a representação somente das moléculas de álcool pode levar os alunos a entenderem que se trata de uma substância pura, não considerando a presença das moléculas de água. Outra consideração importante é que para diferenciar os estados físicos das moléculas, há setas indicando o movimento das mesmas no estado gasoso. Porém a representação do estado líquido parece estar ordenada, podendo levar o aluno a confundir com o estado sólido. Esta imagem é um dos exemplos apresentados pelo autor, em relação ao equilíbrio no processo de vaporização e condensação. O texto que acompanha esta imagem cita também exemplos como de uma garrafa de água e de refrigerante.

Nas figuras b e c, tem-se representações de bebidas gaseificadas, como água e refrigerante, respectivamente. A imagem b, é acompanhada no livro, por um texto sobre equilíbrio dinâmico, enquanto a imagem c complementa um texto sobre Quociente de Reação. Nelas, está representada a reação de decomposição do ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(aq)), que se decompõe em H<sub>2</sub>O(l) e CO<sub>2</sub>(g).



Esta equação representa a reação em estado de equilíbrio químico, na solução (refrigerante) contida no interior da garrafa fechada. Entretanto, este equilíbrio pode ser deslocado por mudanças na temperatura, pressão ou concentração. Neste sentido, quando abrimos uma garrafa de refrigerante, como representado na figura c, ocorre uma diminuição da pressão no interior da garrafa, o que leva ao deslocamento do equilíbrio no sentido de formação de gás carbônico expandido. O aumento da temperatura também provoca uma diminuição da solubilidade do CO<sub>2</sub> na solução do refrigerante e, então bolhas de CO<sub>2</sub>(g) formam-se no interior do líquido, subindo à superfície.

Estas imagens são exemplos de representações que correlacionam os três níveis do conhecimento Químico, já que apresentam um frasco (macroscópico), representações das moléculas (submicroscópico) e, com exceção da imagem c, apresentam símbolos, indicando a substância de que se trata. São imagens do tipo figuras que podem colaborar para uma melhor compreensão do conteúdo, já que compreender o equilíbrio de fase e reacional demanda do aluno articular, na estrutura cognitiva, o nível submicroscópico do conhecimento. Além disso, apresentar-lhe uma equação é fazer com que apenas guarde uma informação, enquanto representar um fenômeno por meio de uma imagem do tipo macrosimbólica, pode levá-lo a compreender o modelo que o explica.

Já a imagem d, é uma fotografia que acompanha uma explicação sobre o EQ em lâmpadas halógenas, presente no livro D. Neste livro, outras fotografias mostram situações do cotidiano em que há equilíbrio. Ao comparar esta imagem com as imagens que tratam do mesmo conteúdo, em outros livros aprovados, percebeu-se que, no caso desta, pouco pode colaborar para o entendimento conceitual deste conteúdo, já que não correlaciona os três níveis do conhecimento e também não representa os elementos constituintes do modelo que explica o fenômeno ocorrido na lâmpada, o qual deve ser ensinado em termos do equilíbrio de reação entre o W(s) e I<sub>2</sub>(g) e o equilíbrio de fases do Tungstênio. O tema em que esta imagem está inserida (lâmpadas halógenas), chama a atenção porque em nenhum outro LD este fenômeno é exemplificado. Dessa maneira, propõe-se uma representação para este sistema em estado de EQ, conforme figura 02.

Nesta imagem, tem-se o nível macroscópico representado pela lâmpada comercial halógena; o nível submicroscópico está presente no “zoom” da lâmpada, o lado direito corresponde ao bulbo e o esquerdo o filamento de tungstênio e, a representação simbólica apresentada na legenda.

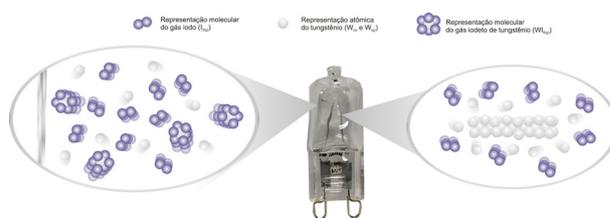
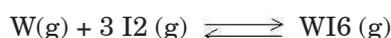


Figura 02. Representação dos processos de sublimação do tungstênio e sua posterior reação com o gás iodo

As esferas cinzas representam os átomos do filamento de Tungstênio que passa do estado sólido para o estado gasoso (sublimação) e, ao entrar em contato com o iodo (gás), representado pelas esferas roxas, presente neste tipo de lâmpada, forma o gás iodeto de tungstênio, representado pela molécula de geometria molecular octaédrica. A reação é descrita como:



Quando esse gás se aproxima do bulbo, que é uma região mais fria, ele se decompõe, recuperando assim o tungstênio metálico (sólido), que novamente se deposita no filamento.



É por isso que as lâmpadas halógenas não escurecem e duram muito mais que uma lâmpada comum, que não possui gás Iodo em seu interior.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho foi possível construir uma representação retratando os aspectos dimensionais do conhecimento. Na imagem presente no LD tinha-se a representação da lâmpada comercial, enquanto a representação elaborada pode levar o aluno a compreender as reações envolvidas no sistema em estado de EQ. Além disso, concluiu-se que a maioria das imagens presentes nos LD é de natureza macroscópica, sendo assim é preciso avançar de forma a garantir, nas representações, os três níveis representacionais, o que tem mostrado ser profícuo no sentido de possibilitar ao aluno a capacidade de abstração, necessária no ensino de Química.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANZIAN, R., MAXIMIANO, F.A., Princípio de Le Chatelier: O Que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos? *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, 2010.
- CELLARD, A. A análise documental. In: A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos (Vários autores). 3. ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

- GIBIN, G.B.; FERREIRA, L.H. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar. *Química Nova na Escola*. Vol. 35, n.1, p. 19-26, Fev, 2013.
- GKITZIA, V., SALTA, K., TZOUGRAKI, C. Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 12, p.5-14, 2010.
- JOHNSTONE, A. H. Macro- and microchemistry. *School Science Review*, vol.64 pp.377-379, 1982.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v.1, n.1, p. 9-15, 2000.
- MARPICA, N.S., LOGAREZZI, A.J.M., Um panorama das pesquisas sobre livro didático e educação ambiental. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 1, p. 115-130, 2010.
- MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura* [online], v.57, n. 4, p. 38-40, 2005.
- MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2008.
- MOHIDEEN, J. M., KARUNARATNE, S., WIMALASIRI K.M.S., Difficulties in Teaching and Learning Chemical Equilibrium at G.C.E. Advanced Level. *Proceedings of the Peradeniya University Research Sessions*, Sri Lanka, v. 16, n. 24, 2011.
- MONCALEANO, H. R.; FURIÓ, C.; HERNANDEZ, J.; CALATAYUD, M. L. Compresión del equilibrio químico y dificultades em su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, p. 111-118, 2003.
- MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Políticas e práticas de livros didáticos de química: o processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. (orgs.) *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas: Átomos, 2008, p. 85-103.
- OTERO, M. R.; MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. El uso de imágenes em textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigaciones em Ensino de Ciências*, v. 7, n 2, p. 127-154, 2002.
- SILVA, J.R. livro didático como documento histórico: Possibilidades, questões e limites de abordagem. *Revista de Teoria da História*. Ano 2, n. 5, junho, 2011.
- SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Aspectos macro e microscópico do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 51-56, 2008.
- WARTHA, E.J., FALJONI-ALÁRIO, A. A Contextualização no Ensino de Química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, vol. n. 22, Nov., 2005.
- WU, KSIN-KAI; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.