



Representações, limitações conceituais e concepções alternativas sobre equilíbrio químico presentes em um livro didático para o ensino superior.

Anderson de Oliveira Santos^{1*} (IC), Marlene Rios Melo¹ (PQ)

1 - Departamento de Química - Universidade Federal de Sergipe – Av. Marechal Rondon, s/n – Jardim Rosa Elze – CEP 49100-000 – São Cristóvão/SE. andersonoliveira.sergipe@bol.com.br

Palavras Chave: Livro didático, limitações conceituais.

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar as concepções alternativas, representações e modelos científicos sobre equilíbrio químico presentes em livro didático para ensino superior utilizado por professores formadores do curso de licenciatura em química de uma instituição de ensino federal. As categorias foram criadas a partir da análise textual (MORAES, 2005) escrito e presente no material didático. Da análise dos dados concluímos que o material apresenta algumas limitações ao utilizar-se de representações e modelos científicos para o ensino de equilíbrio químico que podem contribuir para o surgimento de concepções alternativas.

INTRODUÇÃO

O ensino de equilíbrio químico é considerado por muitos como sendo um dos tópicos que apresentam as maiores dificuldades do ponto de vista didático (Aragão & Machado, 1996; Raviolo e Col, 2001; Santos & Melo, 2012), as razões relacionadas a isso está na abstração necessária no processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo. Raviolo e col. (2001) defendem que tais dificuldades se devem à elevada hierarquia conceitual apresentada ao estudante, ou seja, para compreender equilíbrio químico é necessário o entendimento de outros conteúdos, como reações químicas, gases, estequiometria, noções de cinética e termodinâmica. Portanto, o ensino de equilíbrio químico deve ser um momento de integrar e aplicar conceitos anteriores e, em função dessa elevada hierarquia conceitual, muitas concepções alternativas surgem em função da interação, algumas vezes, com concepções deficientes já existentes nos estudantes.

De acordo com Garnet e col. (1995), as dificuldades na compreensão do tema equilíbrio químico se devem à superposição dos níveis de representação macroscópica e microscópica da química, consequentemente a elaboração de modelos mentais para representar fenômenos microscópicos durante o ensino de equilíbrio químico apresenta-se problemático. Chi e Colaboradores (2002) consideram que as limitações para os estudantes entenderem equilíbrio químico não ocorre somente porque lhes falta o conhecimento para o domínio específico do tema, mas também se deve a como eles constroem e organizam seus modelos mentais sobre as intera-

ções das partículas em um mundo microscópico, ou seja, a natureza abstrata do conceito de equilíbrio químico faz com que este seja um dos aspectos de difícil compreensão.

O currículo de química nas escolas brasileiras, para que possa realmente contribuir para a melhoria de aprendizagem, devem apresentar uma articulação com três níveis de ensino: teórico, representacional e fenomenológico. Para Mortimer, Machado e Romanelli (2000), as observações a nível atômico molecular são classificadas como teórica, exigindo a elaboração de modelos científicos para sua explicação. Os aspectos ligados ao macroscópico, como mudança de cor, liberação de gás, estão relacionados ao fenomenológico, e as equações químicas e matemáticas, gráficos, tabelas, relacionam-se ao nível representacional da química. Livros didáticos que não contemplam esses três níveis trazem implicações pouco produtivas para o processo de ensino e aprendizagem.

É importante a discussão em sala de aula de como é construindo um modelo científico, pois basicamente muitos conceitos químicos são meramente modelos que foram socialmente construídos ao longo dos anos, devendo-se discutir também as limitações que cada um pode apresentar (MELO & NETO, 2013). Átomos, moléculas, reações, são todos modelos construídos para explicar determinados fenômenos, é a linguagem propriamente dita da ciência Química, ou seja, modelos científicos são criações humanas para interpretações de situações abstratas.

OBJETIVOS DE PESQUISA

Neste trabalho analisaremos a utilização de algumas representações e modelos científicos para equilíbrio químico presentes em um livro didático utilizado por professores formadores de um curso de licenciatura de química de uma instituição pública federal de ensino do nordeste brasileiro.

METODOLOGIA DE PESQUISA

Nossa pesquisa é predominantemente qualitativa, os dados aqui são apenas descritivos, Ludke & André (1996) apresentam as seguintes características para este tipo de pesquisa.

1) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento [...]; 2) Os dados são predominantes descritivos [...]; 3) A preocupação com o processo é muito maior do que o produto [...]; 4) O “significado” que as pessoas dão as coisas e a sua ideia são focos de atenção pelo pesquisador [...]; 5) A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo [...] (Ludke & André p. 11-13, 1996).

Em uma análise textual ocorrem processos de construção e reconstrução de dados presentes em materiais sobre determinado fato a ser estudado (MORAES, 2005). No nosso caso avaliaremos como o conceito, representações e modelos científicos sobre equilíbrio Químico, é apresentados no livro didático, e suas implicações possíveis para o ensino.

A partir da análise textual criamos as seguintes categorias: *a) representações didáticas de modelos científicos (nível teórico) que geram concepções alternativas e b) representações didáticas de modelos científicos que apresentam limitações para a aprendizagem de conceitos.*

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nossa análise se inicia observando a definição para equilíbrio químico presente no material didático: *“O equilíbrio químico ocorre quando as reações opostas acontecem a velocidades iguais”* (Brown, 2005, p. 531).

Observamos que não é discutida, nem antes nem após a definição, a existência de reações ditas irreversíveis e reversíveis, também não há a preocupação do autor em diferenciar/enriquecer as concepções de senso comum dos estudantes para a palavra equilíbrio. Várias pesquisas demonstram que os alunos concebem que no equilíbrio químico as massas de reagentes e produtos se igualam, esta concepção pode estar relacionada com a palavra “equilíbrio” do cotidiano (Aragão e Machado, 1996, Santos e Melo, 2012, Raviolo, 2001). Essa definição conceitual apresenta limitações para a aprendiza-

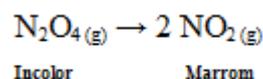
gem do modelo científico para equilíbrio químico, já que não considera as concepções de senso comum trazidas pelo aluno, como consequência o aluno pode manter suas concepções sem incorporar e diferenciar da científica.

Ao definir equilíbrio químico o autor também se utiliza das seguintes palavras:

Na realidade, muitas reações não se completam, mas, em vez disso, aproximam-se de um estado de equilíbrio no qual tanto os reagentes quanto os produtos estão presentes. Assim, depois de certo período de tempo, essas reações parecem ‘parar’ – as cores param de mudar, os gases param de desprender e assim por diante [...] (Brown, 2005, p. 531).

Este discurso foi classificado como a expressão *de um modelo científico que propicia a formação de concepções alternativas*, pois ao defender que as reações parecem “parar” sem estabelecer os limites para esta expressão, pode contribuir para o surgimento de concepções alternativas nos alunos de que no equilíbrio químico nada mais acontece, caracterizando-se como sendo um equilíbrio estático, sendo que na verdade o equilíbrio químico é dinâmico, ou seja, reagentes e produtos estão em constante transformação. O autor se utiliza de aspectos apenas macroscópicos para explicar o conceito de equilíbrio químico, relacionado com a mudança de coloração do sistema. Mortimer, Machado e Romanelli (2000) defendem um ensino de química com ênfase em três níveis de conhecimento: fenomenológico, teórico e representacional. Nessa situação o autor poderia utilizar também de aspectos teóricos para explicar essa situação, utilizando-se de modelos moleculares para a interpretação microscópica dos aspectos relacionados com a coloração do sistema, isso talvez auxiliasse o aluno na compreensão do caráter dinâmico do equilíbrio químico, evitando assim concepções errôneas, como o caráter estático para um sistema em equilíbrio químico.

Em seguida, o autor apresenta uma reação em equilíbrio químico havendo mudança de coloração com aquecimento da substância, entretanto sua representação gráfica é de uma reação irreversível, podendo contribuir para dificuldades de interpretação por parte dos alunos. Equações químicas e matemáticas, gráficos, tabelas, são aspectos relacionado ao caráter representacional (MORTIMER; MACHADO & ROMANELLI, 2000), devendo para tanto serem apresentadas de maneira correta.



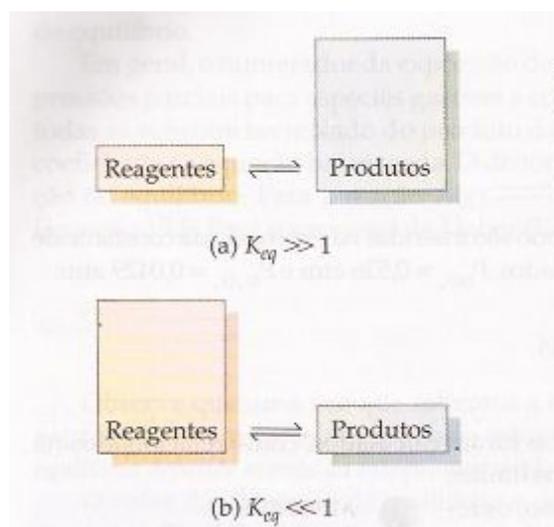
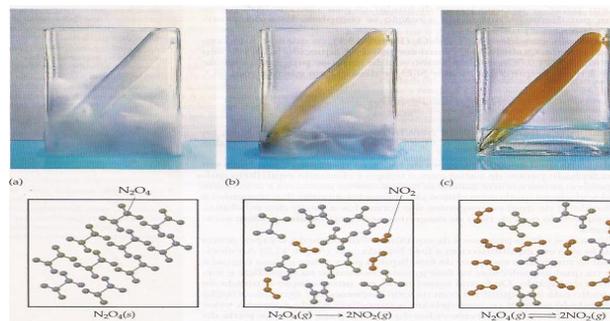
Na figura 1 (a) abaixo, o autor apresenta o equilíbrio químico do N_2O_4 (g) (tetróxido de dinitrogênio), apresentando modelos microscópicos (modelos científicos) para explicar os motivos para a mudança de coloração observada. Observamos que os modelos são semelhantes ao modelo atômico de Dalton. No modelo inicial a substância está no estado sólido e se apresenta incolor, não é discutido pelo autor que essa substância nessa condição (sólido) não apresenta equilíbrio químico. Em seguida, com o aquecimento da substância, a coloração passa para marrom. Nos modelos representados no livro estão presentes as espécies N_2O_4 e NO_2 na coloração marrom menos intensa, portanto coexistindo as duas espécies, entretanto, a seta que representa a equação para o processo é de uma reação irreversível, ao invés de uma dupla seta de reação reversível, característica de equilíbrio químico. No último modelo, é demonstrado que existe uma quantidade de NO_2 maior do que N_2O_4 , por isso a coloração marrom intenso.

Verificamos que não é discutido pelo autor as limitações que cada representação do modelo científico (nível teórico) podem apresentar, como por exemplo, que as moléculas possuem vibração e movimento, características de um sistema em equilíbrio dinâmico, não representado na figura. Também verificamos que não existe uma articulação com os três níveis de ensino, teórico, representacional e fenomenológico, nesse caso apenas um está presente, ou teórico, ou representacional ou fenomenológico, e ainda são apresentadas de maneira incorreta, como no caso da utilização da seta irreversível, quando na verdade deveria ser uma representação para uma dupla seta. Consideramos que essa figura é uma representação de modelos com limitações conceituais.

Na figura 1 (b) abaixo, o autor se utiliza de uma representação para explicar de maneira qualitativa o valor da constante de equilíbrio, com a extensão do equilíbrio químico, isto é, se prevalecem produtos ou reagentes em um equilíbrio químico. Então, para constantes com valor maior que 1 há uma predominância dos produtos, enquanto que para valores menores que 1 há a predominância de reagentes. No entanto, a forma como foi representado o modelo de equilíbrio químico, lado esquerdo reagente e direito produto, pode induzir o aluno a pensar que reagentes e produtos estão compartimentalizados, ou seja, em recipientes separados, quando na verdade no equilíbrio estes estão presentes em um único recipiente. Percebemos que o autor se utiliza de uma representação de um modelo científico que pode levar à uma concepção alternativa, ou seja, da compartimentalização

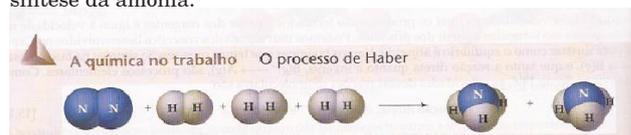
(ARAGÃO & MACHADO, 1996).

Figura 1: Ilustração de um processo em equilíbrio químico usando figuras e modelos (a). Modelo compartimentalizado para equilíbrio químico (b).



No processo Haber para produção da amônia (NH_3) apresentada na figura 2 abaixo, o autor afirma ser um fenômeno que envolve equilíbrio químico, entretanto sua representação é a de uma (seta) de reação irreversível. Além disso, sua representação pode contribuir para o surgimento da concepção alternativa de que reagentes e produtos estão compartimentalizados (Raviolo, 2001), ou seja, temos aqui a representação de um modelo científico que pode apresentar tanto limitações conceituais como gerar concepção alternativa.

Figura 2: Representação em modelo atômico-molecular para a síntese da amônia.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise e discussão dos dados apresentados neste trabalho concluímos que: o presente livro didático possui várias representações de modelos científicos que podem contribuir para o surgimento de diversas concepções alternativas e/ou limitações na assimilação desses modelos, como

por exemplo, a ideia de que no equilíbrio nada mais acontece, caracterizando como sendo um equilíbrio estático, ao invés de dinâmico, onde reagente e produtos coexistem em um mesmo recipiente. Foram verificadas também representações de modelos que podem levar o aluno a acreditar que no equilíbrio reagente e produto estão compartimentalizados. Prevalcem também no livro didático aspectos quantitativos sobre os qualitativos e os conteúdos são apresentados de forma não contextualizada.

Em vários momentos o material não faz uma articulação com os três níveis de ensino, teórico, representacional e fenomenológico (Mortimer e col. 2000). As relações de ensino e aprendizagem são melhoradas quando da utilização simultânea desses três níveis.

Defendemos tanto a discussão dos limites de cada modelo didático utilizado no processo de ensino e aprendizagem de modelos científicos, bem como a contemplação das concepções alternativas quando da discussão desses últimos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, R. M. R. e MACHADO, A. H. Como os estudantes concebem o estado de Equilíbrio Químico. *Quím. Nova na Escola*, n. 4, p. 18-20. 1996.

BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*. V. 2 (3), p. 207-226. 1997.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E. Jr; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. *Química – A ciência*

central. 9.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 972p.

CHIU, Mei-Hung; CHOU, Chin-Chen; LIU, Chia-Ju. Dynamic Processes of Conceptual Change: Analysis of Constructing Mental Models of Chemical Equilibrium. *J. Res. Sci. Tech*, v. 39, nº 8, pp. 688-712. 2002.

GARNET, P. J; GARNET, P. J. & HACKLING, M. W. Students Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning – Studies in *Science Education*, 25, p. 69-65. 1995.

HERNANDO, M.; FURIÓ, C.; HERNÁNDEZ, J. & CALATAYUD, M. L. Comprensión del equilibrio químico e dificultades en su aprendizaje. *Enseñanza de Las Ciencias*, nº extra 2003.

JUSTI, R. S. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), p. 173-184, 2006.

JUSTI, R. S. & MENDONÇA, P. C. C. Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química. *Educación Química*. n. 1, p. 24-29. 2008.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 6ª reimpressão, 2003. 99 p.

MELO, M. R. & NETO, E. G. L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos

Atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, Vol. 35, nº 2, pg. 112-122, 2013.

MORAES, R. *Mergulhos Discursivos análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos*. In: Galiazzi, M. C; Freitas, J. V. (org.) – Ijuí: Ed. Unijuí, 2005. – 216 p.

RAVIOLO, A; BAUMGARTNER, E; LASTRES, L; & TORRES, N. Logros e dificultades de alumnos universitarios en equilibrio químico: Uso de un test con proposiciones. *Educación Química*, 12 (1), pp. 2001.

SANTOS, A. O. & MELO, M. R. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. In. *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química*. Salvador/BA, UFBA, 2012. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7789/5520>