

Concepções sobre Equilíbrio Químico de alunos ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS

Juliana do Nascimento Gomes ¹(IC)*, Maria Celina Piazza Recena ²(PQ)

1- Curso de Licenciatura em Química – UFMS- MS - Brasil

2- Departamento de Química - UFMS - MS - Brasil.

* juliana_nascimento.gomes@yahoo.com.br

Palavras Chave: concepções, equilíbrio químico

RESUMO: As concepções e dificuldades de alunos, em diversos níveis de ensino, com relação ao tema equilíbrio químico vêm sendo estudadas. Diversos materiais didáticos, elaborados considerando as indicações destas pesquisas, foram propostos. Neste trabalho apresentamos os resultados de uma investigação sobre esses aspectos, com alunos ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS, como base para a proposta de um hiperdocumento contextualizado em temáticas regionais, balizado pela teoria da aprendizagem significativa. Constatamos que os dados específicos do grupo estudado não diferem dos obtidos em outros contextos educacionais. Concluímos que há necessidade de maior disseminação dos materiais didáticos já produzidos e que novas abordagens são pertinentes.

INTRODUÇÃO

O tema equilíbrio químico, geralmente discutido no segundo ano do ensino médio, “é uma das principais concepções organizadoras do ensino de química” (MENDONÇA, JUSTI e FERREIRA, 2005, p.1), exigindo do aluno uma relação com outros como, por exemplo, estequiometria, visão microscópica da reação química, reversibilidade de reações e cinética química. Sendo também considerado por muitos pesquisadores e professores como “problemático para o ensino e aprendizagem” (MASKILL e CACHAPUZ apud MACHADO e ARAGÃO, 1996, p.18).

Para superar as dificuldades do ensino-aprendizagem do tema, é fundamental conhecer as concepções de alunos sobre o equilíbrio químico, buscando proporcionar uma aprendizagem significativa, que para Ausubel apud Moreira (1985) p. 62 “[...] é o processo através do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo.” Nesta perspectiva é importante dar atenção ao que o aluno já conhece sobre um assunto e relacioná-lo no processo de ensino, pois:

“[...] o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor determinar isso e ensinar de acordo). Novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às novas idéias e conceitos.” (Ausubel apud Moreira, 1985 p.62)

As concepções dos alunos sobre aspectos do estado de equilíbrio químico são resultado de diferentes fatores tais como: simplificação excessiva de conceitos, concepções prévias

adquiridas em suas vivências particulares, uso incorreto da linguagem científica, ênfase em abordagens de aspectos quantitativos. Concepções e dificuldades apresentadas por alunos, em relação ao tema, apreceram de forma consistente em diversos artigos (PARDO e SANJOSÉ, 1995; MACHADO e ARAGÃO, 1996; FURIÓ *et al.*, 2003; UEHARA, 2007), sendo as principais:

- O equilíbrio é uma situação estática (não dinâmica);
- Equilíbrio apresentado como um pêndulo;
- Animismo;
- A incorreta interpretação da dupla seta;
- Igualdade da concentração de reagentes e produtos no estado de equilíbrio químico;
- Conflito entre os conceitos de massa e concentração;
- As dificuldades com a constante de equilíbrio;
- Os erros no papel do catalisador no equilíbrio químico;
- Os erros na aplicação indiscriminada do Princípio de Le Chatelier;
- Representação errônea das reações químicas;
- No equilíbrio, a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos da reação;
- Reagentes e produtos apresentados em compartimentos separados;
- A composição do sistema em equilíbrio é proporcional aos respectivos coeficientes estequiométricos.

Por apresentar tantos problemas para sua compreensão, o tema equilíbrio químico vem ganhando atenção especial de professores e pesquisadores da área, proporcionando várias propostas de abordagens didáticas que buscam facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Estas propostas podem ser agrupadas e exemplificadas em três tendências principais:

i) Simulações computacionais:

Dentre os softwares desenvolvidos para trabalhar o conceito de equilíbrio químico, destacamos o Equil 2 - um *software* para ensino de equilíbrio químico (PERRY e ANDRADE NETO, 2005) que aborda o tema enfocando os três níveis de representação da química, macroscópico, simbólico e microscópico e o Le Chat 2.0 - Simulações em Equilíbrio Químico, *software* que ilustra graficamente o estado do Equilíbrio Químico, com ênfase na visualização das alterações produzidas em sistemas químicos gasosos por modificações da concentração de reagentes ou produtos, temperatura do sistema ou pressão (volume) a que o sistema está sujeito, em conformidade com o Princípio de Le Chatelier.

ii) Analogias:

O uso de analogias é considerada uma estratégia de ensino por diversos pesquisadores, embora sua utilização apresente limitações e críticas. Fabião e Duarte (2005), propõe e analisam a produção de analogias para explicação do tema “alterações do estado de equilíbrio e o Princípio de Le Chatelier”. Paiva (2000) avaliou um conjunto de analogias e concluiu que todas apresentavam limitações mas também virtudes, pelo menos ao nível de motivação e percepção dos alunos.

iii) Experimentos:

Ferreira, Hartwig e Rocha-Filho (1997), descrevem quatro experimentos relacionados aos efeitos de variação de concentração e da temperatura sobre equilíbrios químicos específicos buscando superar as dificuldades com o tema especificamente indicadas por Machado e Aragão (1996). Estas propostas didáticas, e outras (SOLOMONIDOU e STAVRIDOU, 2001; CHIU *et al.*, 2002; PARDO, 2004; SABADINI e BIANCHI, 2007) apresentam sugestões para superar dificuldades com relação a abordagem do equilíbrio químico no ensino.

Na linha de materiais didáticos, estamos desenvolvendo um hiperdocumento, com vídeos e animações, contextualizado em uma temática regional – Formação de estalactites e estalagmites na Gruta do Lago Azul – Bonito-MS relacionada à conservação ambiental, balizado pelos preceitos da aprendizagem significativa e estruturado conforme estilos cognitivos, que “são compreendidos como características relativamente estáveis da estrutura cognitiva de uma pessoa, que são definidas, em parte, por fatores biológicos, sendo influenciadas pela cultura”(BARIANI, 2000).

Para subsidiar a elaboração do hiperdocumento, desenvolvemos uma pesquisa com o objetivo de conhecer dificuldades e concepções de estudantes de Campo Grande-MS, ingressantes no curso de Química-Licenciatura da UFMS, sobre o tema e compará-las com o já relatado na literatura.

Neste resumo, discutiremos aquelas relacionadas ao conceito do estado de equilíbrio químico e as relações de massa envolvidas.

METODOLOGIA

Foi realizado um estudo qualitativo, com ingressantes do curso de Química, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, oriundos de escolas públicas e particulares, antes de qualquer discussão sistematizada sobre o tópico equilíbrio químico. Considerou-se que as

concepções e dificuldades apresentadas pelos alunos são referentes ao aprendizado no ensino médio, visto que o conteúdo não havia sido abordado no curso de Química - Licenciatura.

Os dados foram coletados por meio de um questionário, composto por cinco questões abertas e uma fechada e foi respondido por vinte e quatro alunos em um único dia.

As questões solicitavam que os alunos explicitassem suas idéias sobre o “estado de equilíbrio”, o significado que atribuíam a representação da “dupla seta” e a representação microscópica de um equilíbrio químico. A questão fechada, proposta por Souza e Cardoso (2007), referia-se a explicação das modificações do equilíbrio químico decorrentes de alterações de concentração das substâncias envolvidas.

Para interpretação das respostas, foram consideradas como categorias de análise as principais concepções e dificuldades apresentadas por alunos, indicadas pelas pesquisas na área, em relação ao aspecto conceitual do estado de equilíbrio e as relações de massa estabelecidas, conforme já indicado na introdução deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referem-se às respostas obtidas nas questões que abordavam: o significado do equilíbrio químico e da dupla seta, a interpretação microscópica e da representação gráfica e justificativa para alterações no estado de equilíbrio.

Verificou-se que todos os alunos apresentaram concepções equivocadas, sendo as principais:

- a) Descrever o estado de equilíbrio químico como uma situação estática

“A partir de B (*sendo B um ponto específico do gráfico apresentado na questão*) estabelece o equilíbrio químico, porque a partir daí não há perda consumo de reagentes nem a formação de produtos”;

“Estar em equilíbrio significa que produtos e reagentes estão totalmente equilibrados entre si, ou seja, o sistema não sofre nenhum tipo de mudança”.

Gorodetsky e Gussarsky apud Geban e Bilgin (2006); Machado e Aragão (1996) relatam que esta concepção pode estar relacionada a diferentes aspectos como, por exemplo, a dificuldade em compreender o sistema no nível microscópico e a experiência na qual aplicamos a palavra equilíbrio em situações do cotidiano, conforme a seguinte manifestação:

“Estar em equilíbrio é quando não há mais moléculas para se colidir, causando um equilíbrio entre reagentes e o seu produto.”

“Significa que o reagente foi consumido por inteiro no produto, ou seja, o produto atingiu uma certa estabilidade”.

“A palavra equilíbrio nos diz que algo está na melhor forma possível, confortável”.

b) O estado de equilíbrio químico comparado ao movimento de um pêndulo - oscilante:

“Quer dizer que hora ela esta como reagente, hora ela está como produto, isso tudo em um intervalo de tempo muito rápido”.

Bergquist e Heikkinen; Van Driel *et al.* apud Berg (2006), sugerem que esta concepção pode surgir de uma utilização inadequada da linguagem para descrever tradicionalmente o princípio de Le Chatelier, como por exemplo, indicar que a reação se desloca para um determinado sentido.

c) Visão compartimentada do equilíbrio

Ao propor que os alunos representassem uma determinada reação como lhe parecia melhor, observamos que muitos representavam a reação em compartimentos separados, como abaixo:

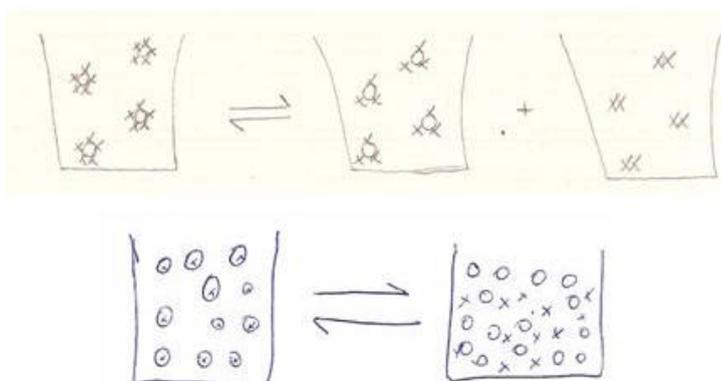


Figura 1: Representação do equilíbrio químico proposta por alunos

Machado e Aragão (1996) indicam que esta concepção pode resultar da confusão entre a representação da reação no nível simbólico (equação química), onde se separa as espécies químicas nos dois lados da dupla seta e no nível microscópico (representação de átomos e moléculas). Este aspecto também pode estar relacionado à formulação de frases que incluem um sentido ligado à condição de equilíbrio (HACKERMAN apud PEREIRA, 1988).

“Deslocamento da reação para a direita”

“Desloca a reação para a direita até que entre em equilíbrio novamente”

d) Dificuldades com o estabelecimento de relações de massa de reagentes e produtos

Especificamente notamos que para alguns alunos há igualdade de concentração de reagentes e produtos no estado de equilíbrio químico ou então que, a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos da reação.

Conforme identificado em Hackling e Garnett apud Kousathana e Tsaparlis (2002), a estequiometria e o equilíbrio químico, estão entre as quatro áreas da educação química que apresentam maiores dificuldades conceituais. Como o conceito de equilíbrio químico requer, entre outros, uma relação da estequiometria com a extensão da reação, algumas das respostas obtidas evidenciaram dificuldades nesta relação associando o termo equilíbrio à igualdade:

“Que a quantidade de matéria dos reagentes seja igual à quantidade dos produtos”

“No equilíbrio os produtos se transformam em reagentes, apresentando o mesmo número de massa desde o início”.

“Significa dizer que a reação está equilibrada em quantidade de átomos presentes nos reagentes e nos produtos”.

A dificuldade na interpretação dos termos “igual” e “constante” também foi descrita em Machado e Aragão (1996).

e) Aplicação indiscriminada do Princípio de Le Chatelier

Em consonância com o trabalho de SOUZA e CARDOSO (2007), ao propor que escolhessem a melhor justificativa para explicar o fenômeno “*Em um sistema em equilíbrio, o aumento de concentração dos reagentes leva a um favorecimento da formação de produtos*”, o princípio de Le Chatelier foi à justificativa mais escolhida entre os alunos.

CONCLUSÃO

Observou-se que no grupo estudado, os alunos não apresentaram articulação conceitual estruturada resultando em dificuldades e concepções que indicam que a aprendizagem do tema não foi significativa no ensino médio.

O fato dos resultados encontrados para o grupo estudado, já serem relatadas para outros alunos, em diferentes contextos, indica a necessidade de ampliação de propostas didáticas que visem à superação dessas questões.

Outro ponto importante a ser destacado é que a diversidade de estratégias (materiais didáticos e analogias), que visam facilitar o processo de ensino-aprendizagem, com relação ao tema, pode não ser de conhecimento dos professores indicando a necessidade de maior

divulgação e facilitação ao acesso as mesmas a fim de tornar mais efetiva a sua utilização no ensino do tema.

O estudo apresentado constitui-se na primeira etapa para elaboração de um material didático no formato de hiperdocumento, conforme já descrito, que está sendo otimizado e testado.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao CNPq/UFMS, à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e aos discentes que colaboraram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARIANI, ISABEL C. D.; SANTOS, ACÁCIA A. A.. Estilos cognitivos de estudantes de psicologia: experiência em iniciação científica e séries frequentadas. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=307933&indexSearch=ID> Acesso em: 27/09/2007.

BERG KEVIN.C.. Chemistry and the Pendulum – What Have They to do With Each Other? Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/w77893kh2h6k205p/>. Acesso em: 27/03/2008

BILGIN IBRAHIN; GEBAN ÖMER. The Effect of Cooperative Learning Approach Based on Conceptual Change Condition on Students' Understanding of Chemical Equilibrium Concepts. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/pr51mp1435672374/fulltext.pdf>. Acesso em: 18/03/2008

CHIU, MEI H.; CHOU, CHIN C.; LIU, CHIA J.. Dynamic processes of conceptual change: Analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. **Journal of Research in Science Teaching**, 39(8): 688-712, Maio/2002.

FABIÃO LUÍS S.; DUARTE MARIA C.. Dificuldades de produção e exploração de analogias: Um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART6_Vol4_N1.pdf. Acesso em: 28/09/2007.

FERREIRA, LUIZ H.; HARTWIG DÁCIO H.; ROCHA-FILHO ROMEU C. (1997) Algumas Experiências Simples Envolvendo o Princípio de Le Chatelier. **Química Nova na Escola**, 5: 28-31, Maio/2007.

HERNANDO, MONCALEANO; FURIÓ, CARLOS; HERNÁNDEZ, JUAN; CALATAYUD, M. L. Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21875/21709>. Acesso em: 27/03/2008

KOUSATHANA MARGARITA; TSAPARLIS GEORGIOS. Students' errors in solving numerical chemical-equilibrium problems. Disponível em: http://www.uoi.gr/cerp/2002_February/pdf/03Kousathana.pdf. Acesso em: 27/03/2008

MACHADO, ANDRÉA H.; ARAGÃO, ROSÁLIA M. R.. Como os estudantes concebem o estado de Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**, 4: 18-20, Nov/1996.

MENDONÇA, PAULA C. C.; JUSTI, ROSÁRIA S.; FERREIRA, POLIANA F. M.. Analogias usadas no ensino de equilíbrio químico: compreensões dos alunos e papel na aprendizagem. Disponível em:

http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/2_Proyectos_Curri/2_2/Mendonca_174.pdf. Acesso em: 27/03/2008

MOREIRA, MARCO. A. **Ensino e Aprendizagem – Enfoques Teóricos**. 2ª edição. São Paulo: Editora Moraes, 1985.

PAIVA JOÃO C. M. **Ensino do equilíbrio químico: subtilezas e simulações computacionais**. 2000. Tese (Doutorado), Universidade de Aveiro - Departamento de Química. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/personal/jcpaiva/td/tese/cap/tese.htm>. Acesso em: 10/03/08

PEREIRA, MARIANA P. B. A.. Equilíbrio Químico – Dificuldades de aprendizagem I-Revisão de opiniões não apoiadas por pesquisa. **Química Nova**, 12(1): 76-81, 1989

PEREIRA, MARIANA P. B. A.. Equilíbrio Químico – Dificuldades de aprendizagem II - Uso de Analogias e Modelos. **Química Nova**, 12(2): 182-187, 1989.

PERRY, GABRIELA T.; ANDRADE NETO, AGOSTINHO S.. Estratégia de *design* do *software* Equil, uma simulação para ensino de equilíbrio químico e sua comparação, em sala de aula, com o *software* Le Chat 2.0. Disponível em: http://nautilus.fis.uc.pt/wwwqui/equilibrio/port/lechat2/eqq_lechat2_descricao.html. Acesso em: 04/09/2007.

PARDO, JUAN Q. A historical approach to the development of chemical equilibrium through the evolution of the affinity concept: some educational suggestions. Disponível em: http://www.uoi.gr/cerp/2004_February/pdf/07Quilez.pdf. Acesso em: 28/09/2007.

PARDO, JUAN Q.; SANJOSÉ LÓPEZ, V. Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n1p72.pdf>. Acesso em: 27/03/2008

SABADINI, EDVALDO; BIANCHI, JOSÉ C. A.. Ensino de Equilíbrio Químico: uma breve reflexão. **Química Nova na Escola**, 25: 10-13, Maio/2007.

SOLOMONIDOU, CHRISTINA; STAVRIDOU, HELENI. Design and Development of a Computer Learning Environment on the Basis of Students' Initial Conceptions and Learning Difficulties About Chemical Equilibrium. **Education and Information Technologies**, 6(1): 5-27, 2001.

SOUZA, KARINA A. D.; CARDOSO, ARNALDO A.. Discussão epistemológica acerca da insuficiência do princípio de L^e Chatelier na compreensão do equilíbrio químico: existem alternativas? **30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Jun/2007.

TEIXEIRA JOSÉ G. J.; SILVA REJANE M. G., Quais dificuldades os alunos dizem ter no tópico Equilíbrio Químico? **29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Maio/2006.

UEHARA, FABIA M. G. Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo do equilíbrio químico. Disponível em: http://www.ppgecnm.ccet.ufrn.br/publicacoes/publicacao_46.pdf. Acesso em: 28/09/2007.