V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS
LICENCIATURAS
COINTER - PDVL 2018

**CONSTRUÇÃO E EFETIVAÇÃO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO
PELOS ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**CONSTRUCTION AND EFFECTIVENESS OF THE CHEMICAL BALANCE
CONCEPT BY GRADUATION STUDENTS IN CHEMISTRY**

Apresentação: Comunicação Oral

Rafaela Campos Sousa¹; Jean Carlos de Sousa Gonçalves²; Israel da Silva Lopes³; Maria da Conceição Vera de Sousa⁴; Francisco de Assis Araújo Barros⁵.

DOI: <https://doi.org/10.31692/2358-9728.VCOINTERPDVL.2018.00051>

Resumo

O presente artigo traz resultados de uma investigação em que se buscou compreender os conceitos de equilíbrio químico, para uma melhor efetivação do conteúdo. Para tanto, foi realizado várias leituras em artigos e livros, com os registros encontrados foram interpretados segundo os procedimentos da Análise de Conteúdo, buscando os significados e compreensões atribuídas pelas pesquisas. As pesquisas evidenciaram a necessidade de um aprofundamento nas discussões conceituais a respeito do tema equilíbrio químico nas aulas de química, tendo em vista interpretações errôneas que foram encontradas e que, se não compreendidas pelos alunos de graduação, serão mantidas e conduzidas durante a construção de conhecimentos do conteúdo ministrado.

Palavras-Chave: Equilíbrio químico. Análise de conteúdo. Construção do conhecimento.

Abstract

This article presents the results of an investigation in which the concepts of chemical equilibrium were understood, in order to make the content more effective. For this purpose, several readings were made in articles and books, with the records found were interpreted according to the procedures of Content Analysis, seeking the meanings and understandings attributed by the researches. The research evidenced the need for a deepening of the conceptual discussions regarding the chemical equilibrium theme in chemistry classes, considering erroneous interpretations that were found and that, if not understood by undergraduate students, will be maintained and conducted during the construction of knowledge content.

Keywords: Chemical balance. Content analysis. Knowledge construction.

Introdução

As reações químicas não acontecem de modo completo, isto é, quaisquer que sejam as quantidades de reagentes de partida, e por mais eficiente que seja uma reação, nunca haverá total transformação desses reagentes em produtos, sempre sobrando algo dos primeiros ao término da reação. A condição de “término” de uma reação é mais bem descrita pelo conceito de equilíbrio químico.

O conceito de equilíbrio químico é fundamental para a compreensão dos aspectos que envolvem qualquer processo químico e é de essencial importância, tanto do ponto de vista acadêmico, na compreensão de reações quaisquer, quanto na produção de materiais por parte das indústrias químicas.

Consideremos uma reação química genérica, de estequiometria bastante simples, em que um reagente A reage com um reagente B formando um produto C. Ao colocarmos A e B em contato, suas quantidades (ou concentrações no meio reacional) são máximas e ainda não existe nada do produto C. Com o passar do tempo, as quantidades de A e B diminuem, enquanto aumenta a quantidade de C.

Em algum momento, as concentrações das três substâncias não vão mais mudar com o passar do tempo (isso não significa que elas sejam iguais). Tal situação indica que a reação alcançou seu equilíbrio químico, ou seja, a composição química do sistema não muda mais.

É importante salientar que o equilíbrio químico é um estado dinâmico. Isso não significa que a reação parou, mas que as velocidades (variação da concentração por unidade de tempo) de consumo de A e B e de formação de C se igualaram. A condição acima pode ser expressa de modo geral pela equação química abaixo:

As setas indicam que a reação está acontecendo nos dois sentidos.

É possível determinar as concentrações de reagentes e produtos de uma reação química no equilíbrio e estabelecer o valor de uma constante de equilíbrio para a reação. Por outro lado, pode ser interessante modificar o estado de equilíbrio da reação promovendo, por exemplo, a formação de mais produtos. Essa situação é particularmente importante na indústria química, que procura maximizar a produção de alguma substância. Isso pode ser feito levando-se em conta o princípio de Le Chatelier.

Henry Louis Le Chatelier (1850–1936) foi um químico e industrial francês que investigou a solubilidade de sais, as reações em fase gasosa e se envolveu com metalurgia e produção de cimento. Segundo o princípio de Le Chatelier, se um sistema (uma reação química) em

equilíbrio é perturbado, por exemplo, por uma variação de pressão, de temperatura ou de quantidade de substâncias, ele vai se modificar no sentido de minimizar o efeito dessa perturbação.

Segundo alguns autores, o equilíbrio químico é um dos tópicos mais difíceis de serem compreendidos pelos alunos do Ensino Médio e cursos introdutórios de Química do ensino superior, pois articulam outros conteúdos como reação química, reversibilidade das reações e cinética química (MACHADO e ARAGÃO, 1996), além de apresentar conceitos de natureza abstrata, como sua natureza dinâmica, a manipulação mental do princípio de Le Châtelier e a possibilidade de se diferenciar situações de equilíbrio e de não equilíbrio (JOHNSTONE *et al.*, 1977).

Autores como Quílez Pardo y López (1995) têm observado que no desenvolvimento desse tema aparecem dificuldades de aprendizagem e erros conceituais relacionados com a incorreta interpretação da dupla flecha e com o caráter dinâmico do equilíbrio. Tais dificuldades estão relacionadas à estequiometria, ao estudo dos equilíbrios heterogêneos, à constante de equilíbrio, ao efeito dos catalisadores sobre o equilíbrio e à previsão da evolução de um sistema em equilíbrio.

No que diz respeito às discussões que consideram as dificuldades conceituais dos alunos, os resultados assinalam que os estudantes não têm clareza sobre o significado de equilíbrio químico e, não sabendo representá-lo adequadamente, o define por meio de sistemas compartimentados, em que reagentes e produtos estariam em recipientes separados (JOHNSTONE *et al.*, 1977; GORODETSKY e GUSSARSKY, 1987).

Há dificuldades em interpretar o rendimento e a extensão em que uma reação ocorre e, além disso, os enunciados de alterações da condição ou estado de equilíbrio introduzem uma característica vetorial, ao incluir expressões como “a posição de equilíbrio move-se para...” ou ainda “o equilíbrio se desloca para...” (PEREIRA, 1989; MACHADO e ARAGÃO, 1996; ROCHA *et al.*, 2000). Essas expressões acabam por induzir a ideia de que há a compartimentalização entre reagentes e produtos e a consequente mudança de suas posições no transcorrer da reação.

---

¹ Licenciatura em Química, Instituto Federal do Piauí/*Campus* Picos, rhacampos20@hotmail.com

² Licenciatura em Química, Instituto Federal do Piauí/*Campus* Picos, jcarlosc123@outlook.com

³ Licenciatura em Química, Instituto Federal do Piauí/*Campus* Picos, israellopes1162000@gmail.com

⁴ Licenciatura em Química, Instituto Federal do Piauí/*Campus* Picos, mdaconceicao2015@hotmail.com

⁵ Mestre, Instituto Federal do Piauí/*Campus* Picos, fbarros@ifipi.edu.br

Metodologia

A pesquisa realizada foi do tipo revisão bibliográfica. Assim foram realizadas várias leituras em artigos científicos e livros, para haver compreensão e entendimento do conteúdo abordado. De acordo com essas pesquisas, é possível afirmar que existe uma dificuldade na interpretação dos conceitos referente ao conteúdo de equilíbrio químico e que esta dificuldade por muitas vezes se apresenta pelo fato dos conteúdos serem ministrados de forma errônea e que poderá posteriormente provocar equívocos no decorrer da aprendizagem dos alunos.

Equilíbrio químico x Equilíbrio dinâmico

Nem todas as reações químicas ocorrem em um único sentido e muitas delas são reversíveis, em maior ou em menor extensão. No início de um processo reversível, a reação ocorre no sentido do consumo dos reagentes e da formação dos produtos, porém, logo que se formam algumas moléculas do produto, a reação no sentido inverso começa a ocorrer também. Quando as concentrações dos reagentes e dos produtos deixam de variar com o tempo, o processo atingiu o equilíbrio. Todos os sistemas em equilíbrio químico são dinâmicos, ou seja, as reações químicas continuam a ocorrer simultaneamente na mesma velocidade no sentido da formação dos produtos (sentido direto) e dos reagentes (sentido inverso), mas as suas concentrações ficam constantes.

O equilíbrio químico é um dos conceitos mais importantes no estudo da Química e a maior dificuldade para a sua abordagem reside na compreensão de uma reação que está em um constante “movimento”, se deslocando dos reagentes para os produtos e vice-versa, e ao mesmo tempo ter as concentrações das espécies se mantendo invariáveis.

Existem no mundo macroscópico algumas situações que podemos utilizar para entender o conceito de equilíbrio. O cabo de guerra, uma brincadeira de criança, nos ajuda a pensar. Imagine dois grupos de crianças disputando o cabo de guerra... caso haja.

Homogeneidade entre eles, não observaremos qualquer tipo de mudança. Pelo contrário, não obstante a força que façam a impressão e de que ambos os grupos estão parados. Nesse caso, qualquer pequena ação sobre um dos grupos acarretaria numa mudança, que passaria a ser observada.

Em um estudo realizado por Raviolo y Martínez Aznar (2003), foram destacadas algumas ideias que estudantes de diversos contextos e níveis de ensino apresentavam a respeito do tema equilíbrio químico. As interpretações mais frequentes demonstraram que: i) há uma confusão entre quantidade e concentração; ii) imagem de reação estática; iii) existe uma dificuldade em diferenciar velocidade e extensão; iv) há uma incompreensão do papel do sólido e seus efeitos na constante de equilíbrio e v) a imagem aparece compartimentada (reagentes e produtos em recipientes separados).

Os sistemas em equilíbrio químico não são muito diferentes disso, pois as concentrações de reagentes e produtos permanecem constantes, mas, na realidade, as “forças” que impulsionam as moléculas dos reagentes e produtos a se converterem entre si continuam a atuar com mesma intensidade, porém, em sentidos contrários (direto e inverso), fazendo com que a “força total” do sistema seja nula. No caso das reações químicas, essa força é a energia livre de Gibbs (G). Em termos termodinâmicos, a variação de energia livre de Gibbs (ΔG) do sistema, (que é igual a diferença de energia livre dos produtos e a energia livre dos reagentes), é equacionada pelo seguinte balanço:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Onde ΔH é a variação de entalpia, ΔS é a variação da entropia e T é a temperatura em graus na escala absoluta. Quando ΔG for igual à zero o sistema estará em equilíbrio. Então, se nos conhecermos bem os fatores que alteram o equilíbrio de uma reação química, como a temperatura, é possível controlá-los para uma condição mais favorável, a fim de aumentar o rendimento dos produtos desejados em um determinado processo químico. Por isso, é muito importante conhecer o conceito de equilíbrio químico.

A dificuldade dos educandos para compreender o conceito de equilíbrio químico, normalmente, é devida sua abstração, a qual é ressaltada por muitos autores que a estudaram. Por exemplo, Johnstone, Macdonald e Webb (1977) mencionam que os aspectos mais

abstratos desse tema são: sua natureza dinâmica, diferenciar entre situações onde não ocorre equilíbrio e situações onde ocorre, a compreensão mental do princípio de Le Chatelier, onde as analogias e atividades experimentais auxiliam para um raciocínio estruturado, de maneira a deixar o senso comum e se aprofundar no saber científico.

Muitos educandos apresentam dificuldade em diferenciar o que é igual do que é constante no estado de equilíbrio químico. A reversibilidade das reações de formação dos produtos e de reconstituição dos reagentes é um aspecto problemático para a concepção do educando. Assim, entende-se que:

Um dos aspectos mais relevantes do estudo de equilíbrio químico é a consideração dos fatores relacionados com as alterações que podem sofrer um sistema em equilíbrio devido às mudanças das propriedades que o definem, geralmente referidas nos livros-textos como “deslocamentos do equilíbrio”. (BARKER, RAVIO LO e MARTÍNEZ-AZNAR, 2003, p. 17).

Talvez o maior problema encontrado pelo professor seja fazer com que o aluno entenda que o equilíbrio é dinâmico, isto é, que quando um equilíbrio é atingido às reações não param de acontecer, mas simplesmente acontecem com a mesma velocidade nos dois sentidos. Uma maneira simples e bastante eficiente para esclarecer esses conceitos é tentar encontrar exemplos que ilustrem as mudanças ocorridas num equilíbrio pela alteração da temperatura, pressão ou concentração. (MACHADO e ARAGÃO, 1996).

Muitos estudantes abordam o estado de equilíbrio químico com ideias que são associadas ao equilíbrio em maneira geral, relacionando o estado de equilíbrio químico à ausência de alterações no sistema, o que inclui a concepção de que a reação não acontece mais; tende-se a conceber que a reação no equilíbrio é limitada (GORODETSKY e GUSSARSKY, 1987). Desta vertente decorre todo o trabalho do professor em sala de aula, pois este deve auxiliar o educando não apenas na construção de conceitos e conhecimentos químicos, mas, muitas vezes, na própria readaptação de conhecimentos e atualização de saberes.

Conclusões

A partir dessa análise bibliográfica, observamos que o conteúdo de equilíbrio químico e que os estudantes por vezes passam a não ter argumentos para explicar o que ocorre em um

sistema em equilíbrio . Apesar de aparentemente compreenderem os aspectos que dizem respeito aos fatores que podem interferir em um sistema em equilíbrio químico, no que se refere às consequências dessas reações.

A importância dessa compreensão com relação ao conteúdo aqui investigado se justifica pelo fato de se tratarem de alunos do curso Químicos, sendo, assim, futuros responsáveis por ensinar o conceito de equilíbrio químico. Portanto, é necessário que o licenciante em Química fique atento ao uso indiscriminado de termos caracterizados por uma linguagem comum, podendo esse fato tornar-se um obstáculo, o que não apenas impede o domínio do conhecimento científico como também cria conceitos errôneos.

Referências

ATKINS, P. A.; DE PAULA, J. *Físico-Química*, 8ª ed., v. 1, LTC: Rio de Janeiro, 2008.

ATKINS, P. A.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*, 3a. ed., Bookman: Porto Alegre, 2006.

CASTELLAN, G. *Fundamentos de Físico- Química*, 1a ed., LTC: Rio de Janeiro, 1999.

GORODETSKY, M.; GUSSARSKY, E. The roles of students and teachers in misconceptualization of aspects in chemical equilibrium. In: INTERNATIONAL SEMINAR OF MISCONCEPTION AND EDUCATIONAL STRATEGIES IN SCIENCE AND MATHEMATICS, 2., 1987, Nova Iorque. *Proceedings...* Nova Iorque: Cornell University, v. III, p. 187-193, 1987.

MACHADO, A. H; ARAGÃO, R. M. R. **Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico.** *Revista Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 4, p. 18-20, 1996.

MACHADO, Andréa. H.; ARAGÃO, Rosália Maria R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 18-20, 1996.

MILAGRES, V. S.; JUSTI, R. S. **Modelos de Ensino de Equilíbrio Químico** – algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio. *Revista Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 13, p. 41-46, 2001

PEREIRA, M. P. A. Equilíbrio Químico – **Dificuldades de aprendizagem I** – Revisão de opiniões não apoiadas por pesquisa. *Revista Química Nova*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 76-81, 1989.

QUÍLEZ-PARDO J. Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 24, n. 2, p. 219-240, 2006.

RAVIOLO, Andrés; MARTÍNEZ-AZNAR, Mercedes. Uma revisão sobre lãs concepções alternativas de los estudantes em la relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didáticas. **Educación Química**, v. 13, p. 159- 165, 2003.

QUÍLEZ-PARDO J. **Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores.** *Enseñanza de las Ciencias*, **Vigo**, v. 24, n. 2, p. 219-240, 2006.