

A CONCEPÇÃO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UERR APÓS A UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE EQUIL*

THE CONCEPTION BALANCE CHEMICAL DEFINITIONS OF UNDERGRADUATES IN CHEMISTRY UERR AFTER USING THE *SOFTWARE EQUIL*

Resumo

Devido as dificuldades verificadas no ensino da temática Equilíbrio Químico, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o *software Equil*, como possível ferramenta para o aumento da abstração e auxílio na construção da representação mental do conceito de Equilíbrio Químico. O estudo consistiu de três etapas e participaram dez estudantes do 1º, 4º e 6º semestre do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima. A 1ª etapa verificou o conceito prévio dos estudantes sobre equilíbrio químico, na 2ª etapa foi aplicado uma avaliação após a utilização do *Software Equil* para analisar a eficácia do mesmo na construção do conceito, e na 3ª etapa foi aplicada uma nova avaliação após 3 semanas da realização da 2ª etapa, para verificar a permanência do conceito. Decorrente do estudo realizado é possível afirmar que os estudantes possuem dificuldades na definição do conceito de Equilíbrio Químico.

Palavras-Chave: *software equil*, ensino de química, representação mental.

Abstract

Because of the difficulties encountered in the theme of teaching Chemical Equilibrium, this research aimed to evaluate the Balance software, as a possible tool for increasing abstraction and aid in building the mental representation of the Chemical Equilibrium concept. The study consisted of three stages and ten students participated in the first, fourth and sixth semester of the student course from the Universidade Estadual de Roraima. The 1st step ensured the prior concept of students on chemical equilibrium in the 2nd stage was applied an assessment after using the Balance Software to analyze the effectiveness of even the concept of the building, and 3rd stage a new assessment was applied after three weeks of organization of the 2nd step to verify the concept of permanence. Resulting from the study carried out it can be said that students have difficulties in defining the concept of Chemical Equilibrium.

Keywords: *Software Equil*. Chemical Equilibrium. Mental Representation.

Introdução:

Vários autores detectam e investigam os obstáculos enfrentados pelos estudantes do Ensino Médio durante o processo de elaboração do conceito na temática do Equilíbrio Químico. Outras pesquisas são direcionadas para avaliar os erros conceituais dos estudantes, mas poucas pesquisas procuram verificar estes erros em estudantes universitários.

Esta pesquisa insere-se no contexto deste debate, pois procura investigar as dificuldades dos estudantes em determinar o conceito de equilíbrio químico durante o processo de formação no curso de Licenciatura em Química, na Universidade Estadual de Roraima, *campus* Boa Vista, nas disciplinas de Química Geral II e Físico-química I.

O saber químico é constituído em processos formais decifrados. Desta forma, os modelos teóricos, formados por um conjunto de enunciados, ganham um corpo de conteúdo por meio da associação indireta a fenômenos que podem ser observados em uma existência exterior. Assim, sua interpretação é voltada para um modelo teórico que tem o objetivo de ser a própria representação mental dessa existência exterior, pode-se afirmar que cada teoria possui modelos interligados que conectam representações associadas a ela, logo é possível determinar que um modelo científico é a intercessão entre um sistema formal teórico e sua interpretação

O *software Equil* começou a ser desenvolvido em 2004 quando iniciou os primeiros trabalhos voltados para o desenvolvimento de uma ferramenta de aprendizagem. A sua elaboração foi gerada pelo Laboratório de Tecnologia em Ensino de Ciências e Matemática, ligado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil em Canoas/RS, a partir de uma ação motivadora gerada por relatos de professores e estudantes de química, que afirmavam a existência de dificuldades no ensino e aprendizagem do Equilíbrio Químico.

O presente estudo procura investigar a potencialidade do *software Equil*, como ferramenta para aumentar a abstração por meio da inserção de uma metodologia de ensino, que facilite a aprendizagem dos conceitos de Equilíbrio Químico, bem como, avaliar a sua eficácia na construção de uma melhor representação mental para os alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima, *campus* Boa Vista.

A resistência por parte de uma grande parcela de educadores aliada ao sistema educacional arcaico à tecnologia, ainda é uma desconfiança que merece investigação profunda para que se percebam as verdadeiras razões de tal comportamento. Segundo Oliveira, (1997, p. 8) [...] “esta repulsa só pode ser compreendida e superada à medida que, além de conhecermos a origem, apontemos para uma nova compreensão da importância do uso da tecnologia educacional no processo ensino-aprendizagem”.

No que diz respeito às tecnologias educacionais, ainda não se encontra de forma clara, como os modelos computacionais interferem no desenvolvimento de habilidades representacionais (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001). No entanto, vários estudos demonstram o valor de uso dessas tecnologias para facilitar o ensino de química (NICOIL, 2003), proporcionando oportunidades para a opinião e reflexão.

Neste sentido, Raviolo (2006) defende a inserção de recursos de ensino baseados em metodologias fundamentadas pelas didáticas das ciências, como o uso de software de simulações, animações a nível molecular de experimentos que possibilitem a construção conceitual da temática Equilíbrio Químico.

Os estudos de Ben-Zvi e col (1990) revelam que muitos estudantes têm dificuldade em compreender as representações em química. As compreensões microscópicas e simbólicas são

especialmente difíceis para os estudantes porque são invisíveis e abstratas e o pensamento dos alunos é construído sobre a informação sensorial (BEN-ZVI, EYLON e SILBERSTEIN, 1987). Além disso, os estudantes não estabelecem relações apropriadas entre o nível macro e o microscópico (POZO, 2001) e ainda, muitos estudantes que tenham conhecimento conceitual e habilidade de visualizar, são incapazes de transladar de uma dada representação química a outra (WU, KRAJCIK e SOLOWAY, 2001).

Uma das razões para que este tópico apresente tantos problemas de aprendizagem se dá pelo fato de envolver a necessidade de conhecimentos prévios e integrados de reações químicas, noções de cinética e termoquímica, estequiometria e gases (RAVIOLO 2006).

O conceito de Equilíbrio Químico é de grande importância para o ensino de Química, seja por ser um conceito central na compreensão de várias transformações químicas, seja porque muitos fenômenos de nosso cotidiano podem ser explicados por meio de suas leis: formação de estalactites e estalagmites, provocadas devido à reversibilidade das reações (KOTZ; TREICHEL, 2002); a síntese da amônia, processo *Haber-Bosch* (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2007) e outros fenômenos, tais como lentes foto cromáticas e a reação reversível do ácido carbônico presente nos refrigerantes.

Tyson e col. (1999) entendem que não há um censo comum entre estudantes, professores e livros didáticos no domínio de significados para as diferentes palavras utilizadas na temática Equilíbrio Químico. Os estudantes usam as palavras sem entender o significado, os professores discutem o equilíbrio químico, mas não costumam dar atenção especial a alguns aspectos importantes como: deslocamento para a direita ou esquerda nas reações, posição de equilíbrio e sistema fechado.

Uma das grandes vontades dos psicólogos cognitivos seria de algum modo visualizar de forma direta como cada um de nós representa o conhecimento, por exemplo, poder gravar um vídeoteipe ou fotografar uma série de representações na mente humana (STENBERG, 2009).

Ainda, segundo Stenberg (2009), a representação do conhecimento ou os processos de representação do conhecimento descrito por um indivíduo e as informações que são relatadas pelo indivíduo sobre estes processos são excessivamente duvidosos.

A utilização de imagens mentais favorece uma melhor memorização, pois estudos realizados com indivíduos com síndrome de Down demonstrou que histórias contadas com auxílio de imagens foram mais eficazes no processo de memorização do que histórias contadas sem a utilização de imagens (STENBERG 2009 apud KIHARA YOSHIKAWA, 2001).

A representação mental é qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que representa alguma coisa para nós, na ausência dessa coisa que é tipicamente, algum aspecto do mundo externo ou de nosso mundo interior, ou seja, nossa imaginação (EISENCK e KEANE 1990, apud MOREIRA, 2011, p. 189).

A aprendizagem de conceitos e habilidades vincula-se as ações mentais do indivíduo, sendo que em uma primeira etapa, elas assumem uma forma externa e, depois, em uma relação de colaboração, se transforma em ações mentais (GALPERIN, 1999, apud, RIBEIRO, 2008).

De acordo com Bransford, Brown e Cocking (2007) alguns estudiosos afirmam que as simulações e os modelos ligados à informática possuem características interessantes para o avanço e aplicação da matemática e das ciências desde as origens da modelagem matemática durante o renascimento, pois mudança de um modelo estático num meio inerte, como um desenho, para modelos dinâmicos numa mídia interativa, que prioriza visualização e ferramentas analíticas está modificando a natureza de elucidar problemas na matemática e nas ciências, devido à visualização de interações a nível microscópico.

Eichler e col (2010) sugerem que as representações são facilitadas pelas novas tecnologias, pelo fato da existência de animações gráficas, diagramas e vídeos existentes nestas ferramentas de simulação, que facilitam as codificações e organização em diferentes modelos mentais que são conectados mentalmente possibilitando uma melhor compreensão do assunto estudado. Desta forma o *software Equil* possui uma característica inovadora desenvolvida para trabalhar o conceito de equilíbrio químico, ao abordar o tema com enfoque nos três níveis de representação da química, macroscópico, simbólico e microscópico (GOMES e RECENA, 2008).

Procedimentos metodológicos:

Este estudo de caso teve como objetivo verificar as respostas dos futuros professores de química, procurando investigar a importância do uso do *software Equil* na construção de uma melhor representação mental do conceito de Equilíbrio Químico, sendo os sujeitos desta pesquisa, 49 acadêmicos do 1º, 4º e 6º semestre, das três turmas do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima (UERR), *campus* Boa Vista.

Foram aplicadas três listas de exercícios, e em todas as etapas os estudantes tiveram um tempo máximo de 40 minutos para responde-las. A primeira lista denominada **Lista A** continha seis questões e serviu para a etapa de diagnóstico do conceito de Equilíbrio Químico, adquirido pelos estudantes em outras disciplinas cursadas durante o Ensino Médio e, ao longo do curso de Licenciatura em Química (Química Geral II e Físico-química II).

Após a verificação do conceito descrito pelos estudantes na **Lista A**, deu-se continuidade a segunda etapa por meio da utilização de *slides* em Power Point para definir o conceito de equilíbrio químico com o auxílio da ferramenta de aprendizagem *Equil*. Logo após foi aplicada a segunda lista, denominada **Lista B**, contendo seis questões, com o intuito de verificar a eficácia do *software Equil* como ferramenta de auxílio para a construção da representação mental do conceito de Equilíbrio Químico.

Após três semanas, foi aplicada a 3ª lista, denominada **Lista C**, com 5 questões. Esta 3ª etapa teve como objetivo verificar a existência de uma possível mudança conceitual dos estudantes. A avaliação do conceito dos estudantes foi feita com base no conceito determinado nos livros didáticos de referência de química do Ensino Superior, e tabulado conforme quadro 1 de acordo com o método de avaliação da argumentação utilizado pelo NUPECEM – Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, em um projeto de pesquisa que visa o diagnóstico, avaliação e estratégias de ensino-aprendizagem a partir da resolução de problemas no Ensino de Ciências e Matemáticas, nos municípios de Boa Vista e Rorainópolis.

Nº	CATEGORIAS	NOTA
1	Utiliza corretamente os conceitos, princípios, propriedades e leis da ciência, com preferência para aquela vinculada ao curso.	2 - 10
2	Considera todas as informações relevantes.	1 - 5
3	Explicita as limitações das conclusões.	1 - 5
4	O discurso oral ou escrito é coerente, desde os pontos de vista conceitual e gramatical, até chegar à conclusão.	1 - 7

TOTAL	5 - 27
-------	--------

Quadro 1- Método de avaliação da argumentação

AVALIAÇÃO INTEGRAL DO CONCEITO	
Excelente 24 – 27 Muito bom 21 – 23 Bom 19 – 20	Regular 16 – 18 Ruim < 16

Quadro 2- Método de pontuação da argumentação

Foi analisado somente os resultados dos estudantes do 4° e 6° semestre que participaram das três etapas da pesquisa. Os estudantes do 1° semestre participaram somente da 1ª etapa para identificar o conceito de Equilíbrio químico que eles trazem do ensino médio. Assim, foram avaliadas somente as respostas conceituais de 10 estudantes, sendo quatro do 1° semestre, três do 4° semestre e três do 6° semestre. A escolha dos 4 estudantes do 1° semestre foi feita com base no maior número de questões respondidas na lista A. Já os estudantes do 4° e 6° semestre foram escolhidos pelo fato de terem participado das três etapas da pesquisa.

Os estudantes foram identificados por uma letra e um número. A letra representa o estudante e o número, o semestre no qual está matriculado.

Resultados e Discussão:

Analisando o conceito dos estudantes do 1° semestre e procurando compreender como encontra-se o conceito dos ingressos no curso de Licenciatura em Química, verificou-se uma extrema dificuldade na definição do conceito de Equilíbrio Químico. Estes estudantes responderam somente a primeira pergunta da **Lista A** deixando as demais em branco, e foram geradas as seguintes respostas dos estudantes aqui chamadas **C1**, **D1**, **N1**, **M1** e representada na figura 1:

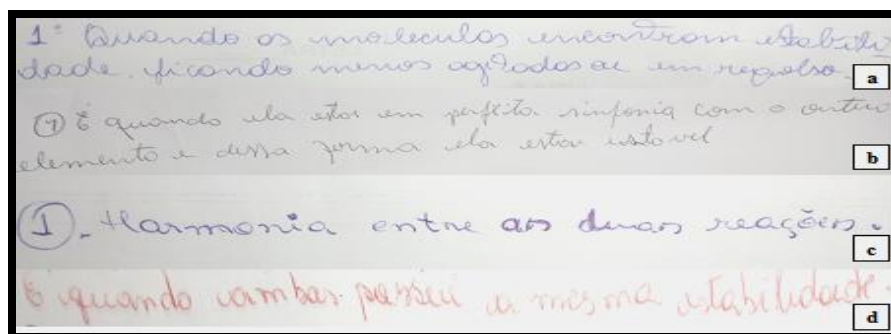


Figura 1- Resposta dos estudantes C1 (1a), D1 (1b), N1 (1c) e M1 (1d) do 1° semestre do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima, quando questionados sobre quando uma reação química está em equilíbrio.

Diante das respostas dos estudantes pode se verificar que a concepção de Equilíbrio Químico está estritamente ligada a um sentido de igualdade ou estabilidade, pois, segundo o dicionário Aurélio (2009) a palavra harmonia citada pelo estudante **N1** pode ter como significado: proporção, ordem e simetria. Os estudantes do primeiro semestre relataram que este seria o primeiro contato com a temática Equilíbrio Químico, pois durante o Ensino Médio tal conteúdo não foi repassado, logo não poderiam responder a **Lista A** de forma precisa.

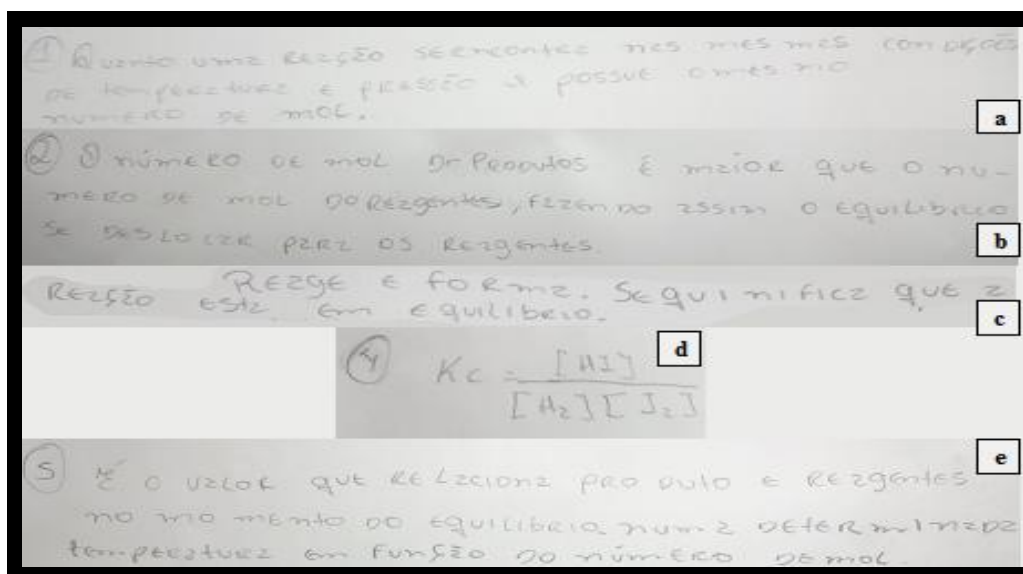


Figura-2 Resposta do estudante J4 do 4º semestre - 1ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima

O estudante **J4** que participou das três etapas da pesquisa obteve nota 11 ao responder a **Lista A** (Figura 2). Durante análise dos resultados das respostas desta lista foi possível verificar algumas dificuldades na definição do conceito do Equilíbrio Químico. O estudante não possui o domínio do conceito, apesar de ter tido contato com a temática do Equilíbrio Químico durante o ensino médio e na disciplina de química geral II, não possui o domínio qualitativo e quantitativo, pois não representa a constante de forma correta, logo a definição do conceito é equivocada.

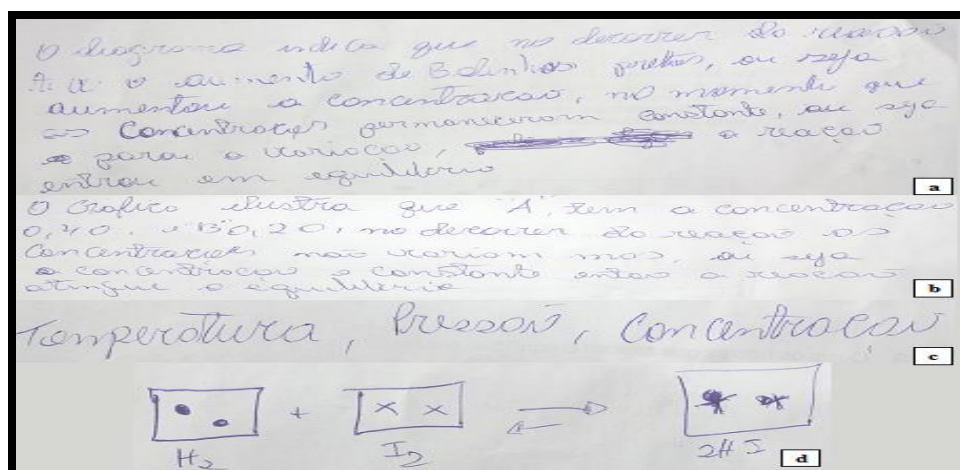


Figura-3 Resposta do estudante F do 6º semestre - 2ª etapa, do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.

O estudante **F6** obteve **nota 9** ao definir o conceito de Equilíbrio Químico após responder a **Lista A** considerada um diagnóstico. Ao responder a **Lista B**, aplicada após a utilização da ferramenta de aprendizagem *Equil*, considerada a etapa de intervenção, o estudante obteve nota 14 no conceito de Equilíbrio Químico havendo uma evolução em relação ao resultado obtido na **Lista A**.

Ao justificar se o sistema entrou em Equilíbrio analisando os diagramas da 1ª questão, o estudante **F6** explicou que com o passar do tempo há um aumento de bolinhas, ou seja, aumento da concentração sendo que a reação entra em equilíbrio quando não existe mais

variação na concentração (**Figura 3-a**). Na 2ª questão o estudante descreve o que ocorre no gráfico, explicando a quantidade das concentrações e o mecanismo que leva a detectar quando a reação entra em equilíbrio (**Figura 3-b**). Na 3ª questão o estudante **D6** determinou os fatores que alteram o Equilíbrio Químico (**Figura 3-c**). A 4ª questão pedia a ilustração de uma reação entrando em Equilíbrio por meio de desenhos em quadrinhos, no qual foram representados de forma separada, ocorrendo em etapas (**Figura 3-d**).

Teixeira e Silva (2009) buscaram encontrar respostas por meio de pesquisas no ensino de Química que possibilitassem entender o porquê dessas dificuldades. As respostas indicaram que não havia uma preocupação sobre “o que, como e porque ensinar equilíbrio químico” na formação inicial docente, sendo que os futuros professores parecem não receber uma formação prático-teórico suficiente, tanto nas aprendizagens conceituais como no tratamento de como ensinar este conteúdo, o que proporciona sérios problemas no processo de ensino e aprendizagem na educação básica onde estes futuros professores poderão atuar.

De acordo com Eysenck e Keane (2007), os conceitos são representações mentais de classes de objetos ou outras entidades, enquanto categorias são classes de objetos incorporados nos conceitos, tanto na fala cotidiana quanto na literatura sobre este campo, em geral é difícil acompanhar sobre qual destes se está falando, por que os dois (conceitos e categorias) seguem juntos.

Muitos conceitos estão organizados em categorias, estudos realizados por Rosch, Mervis, Gray, Johnson e Boyes-Braem (1976) identificaram três níveis nessas hierarquias, como as categorias superordenadas no alto, as categorias de nível básico, no meio, e as categorias subordinadas em baixo. Por exemplo, “móvel é uma categoria superordenada, “cadeira” é uma categoria de nível básico e “espreguiadeira” é uma categoria subordinada. A implicação é que as categorias de nível básico são de utilidade mais geral, tendo o melhor equilíbrio entre a informação e a distinção, desta forma, a informação está ausente no nível mais alto da hierarquia, e a distinção, no nível inferior.

Rosch e colaboradores (1976) obtiveram evidências razoáveis em suas pesquisas, que em geral, usamos categorias de nível básico em vez de categorias superordenadas ou subordinadas. No ensino de Equilíbrio Químico a palavra “Equilíbrio Químico” pode ser considerada uma categoria superordenada e, “igualdade ou estático”, estão configurando como categorias de nível básico.

Considerações finais:

Esta pesquisa, possibilita aos professores e alunos uma reflexão sobre os conhecimentos já adquiridos, evidenciando a importância da introdução de tecnologias digitais como ferramenta alternativa que facilite a construção dos conceitos no ensino de química. Mas os conteúdos digitais não podem ser caracterizados como uma mera potência lúdica que entretêm os estudantes, mas, sim, pelo seu potencial de aprendizagem.

Os resultados aqui apresentados demonstram a carência por parte dos licenciandos na compreensão de aspectos básicos de Equilíbrio Químico. Isto parece estar ligado ao modo de construção do conceito pelos alunos durante o processo de aprendizagem, desta forma os conceitos elaborados pelos materiais didáticos não estão sendo suficientes. Assim sendo, torna-se necessário a inserção de novos métodos tecnológicos digitais com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes inseridos neste contexto.

O software Equil surge como ferramenta para o ensino de Equilíbrio Químico, não podendo desta forma ser considerada de elevado desempenho, mas uma possibilidade de inovação no

ensino de Equilíbrio Químico, pois como demonstrado por meio desta pesquisa, esta temática é marcada por dificuldade em seu processo de ensino e aprendizagem.

As dificuldades encontradas aguçam um alerta para a formação dos licenciados em Química, pois estes profissionais serão os futuros professores das próximas gerações no estado de Roraima, logo devemos ter atenção para a formação realizada na academia.

Referências

BEN-ZVI, R., EYLON, B. E SILBERSTEIN, J. (1987) Student's visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 17-120.

BEN-ZVI, R., SILBERSTEIN, J. & MAMLOK, R. Macro- micro relationships: a key to the world of chemistry. In P. L. Lijnse, P. Licht, W. De Vos, A. J. Waarlo (ed.) *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: a central problem in secondary Science Education*, 1990.

BRANSFORD, J, D. BROWN, A, L. COCKING, R, R. Como as pessoas aprendem: Cérebro, mente, experiência e escola. Tradução de Carlos David Szlak. 1ª. Ed. São Paulo: Senac. Traduzido de *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School* 2007.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E. Jr.; BURSTEN, B. E. Química: Ciência Central. 7.ed. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 2007.

EYSENCK, M, W.; KEANE M, T.; Manual de psicologia cognitiva. 5ª Edição – Porto Alegre Artemed, 2007.

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J, C.; Computadores em educação química: equilíbrio químico e princípio de Le Chatelier. *Ci. Huma. e Soc. em Rev. Seropédica* v. 32 n.1 Janeiro/Junho 45-64 2010.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. Química e reações químicas. 4ª.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S. A., 2002.

NICOLL, G. A Qualitative Investigation of Undergraduate Chemistry Student's Macroscopic Interpretations of the Submicroscopic Structure of Molecules. *Journal of Chemical Education*, v.80(2), February, 2003.

OLIVEIRA, R .de: Informática Educativa. 3 ed. Campinas: Papirus, 1997.

POZO, R.M. Prospective teacher's ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371, 2001.

RAVIOLO, A. Las imágenes em el aprendizaje y em la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*. Vol. 17, nº. extraordinario, pp. 300-307, [s.m.]. 2006.

RIBEIRO, R, P; O processo de aprendizagem de professores do ensino fundamental: apropriação da habilidade de planejar situações de ensino de conceitos. Tese de doutorado em educação, UFRN, pág 51, 2008.

STERNBERG, R, J,. Psicologia cognitiva. 1 reimpr. da 1. ed. de 2009.

TYSON, L.; TREAGUST, D.F.; BUCAT, R.B. The complexivty of teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*. Vol. 76, nº4, pp. 554-558, [s.m.]. 1999.

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*. 38(7), 821-840, 2001.