

A utilização do *software Equil* como ferramenta na construção da representação mental do conceito de equilíbrio químico

The use of *software Equil* such as tool in the construction of the mental representation of the concept of chemical equilibrium

IURY JOSÉ SODRÉ MEDEIROS, UERR - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA, iurymederos@hotmail.com

IVANISE MARIA RIZZATTI, UERR - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA, niserizzatti@gmail.com

FILOMENO DE SOUSA FILHO 1, UERR - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA, fsousaf_@hotmail.com

EVANDRO GHEDIN 1, UERR - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA, evandroghedin@gmail.com

OSCAR TINTORER DELGADO, UERR - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA, niserizzatti@gmail.com

JOSIAS FERREIRA DA SILVA, UERR - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA, niserizzatti@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo demonstrar a utilização do *software Equil* como ferramenta para diminuir a abstração por meio da inserção de uma metodologia de ensino que auxilie na construção da representação mental do conceito de Equilíbrio Químico. O estudo foi realizado com 19 estudantes do sétimo semestre do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima, procurando verificar os obstáculos dos estudantes durante o processo de definição do conceito de Equilíbrio Químico, pois nesta temática muitas dificuldades são encontradas durante o processo de ensino e aprendizagem. Decorrente do estudo realizado foi possível afirmar que os futuros professores de Química possuem dificuldades na definição do conceito de Equilíbrio Químico, logo se não houver uma melhor formação e introdução de novas tecnologias digitais com o intuito de melhorar a aprendizagem conceitual, esta formação estará comprometida.

Palavras chave: *software Equil*, equilíbrio químico, representação mental.

Abstract

This study aimed to demonstrate the use of software as a tool to reduce Equil abstraction by inserting a teaching methodology that helps in the construction of the mental representation of the concept of Chemical Equilibrium. The study was conducted with 19 students of the seventh semester of BSc in Chemistry from the University Estadual de Roraima, seeking to determine the obstacles students during the process of definition of Chemical Equilibrium, because during the process of teaching and learning in this theme are many difficulties encountered. Resulting from the study was possible to say that future chemistry teachers have difficulties in defining the concept of Chemical Equilibrium, so if there is a better training and introduction of new digital technologies in order to improve conceptual learning, this training will be compromised.

Key words: *software Equil*, chemical equilibrium, mental representation.

Introdução:

Com o avanço da tecnologia da informação surge à necessidade da elaboração de novas metodologias para o ensino, isso impõe do sistema educacional a necessidade de modificar o processo no qual se inseri. Para isto faz-se necessário elaborar alternativas que possibilitem o uso de novas tecnologias digitais no ensino de química.

Cavalcante e Silva (2011) afirmam que devido à revolução industrial ocorrida na Inglaterra no século XVIII motivada pelo invento da máquina a vapor surgiu o primeiro avanço tecnológico de expressão que repercute até os dias atuais. Durante o século XIX houve um freio no avanço da tecnologia, somente no século XX, na década de 70, surge em âmbito internacional às novas tecnologias da informação.

Da década de 1990 até a virada do séc. XXI houve uma explosão de novas tecnologias, a internet se disseminou e os equipamentos se tornaram mais acessíveis. Os alunos de hoje são cidadãos da sociedade da informação: “esses alunos de cuja formação está falando, são indivíduos multimídia, muito diferentes do que foram seus pais e professores. (...) pertencem ao que se está chamando geração Nintendo” (MARINHO, 2002, p. 43).

De acordo com Hood (1994), a primeira referência ao uso da informática por professores de química, na escola, data de 1959 nos Estados Unidos. Entretanto, ainda de acordo com autor, o foco principal do programa não era o ensino de química, mas sim, a pesquisa acadêmica. Somente a partir de 1969, foi desenvolvido, na Universidade do Texas, um projeto de avaliação de uma simulação de experimentos de laboratório para ser usado em aulas de química.

São inúmeras as estratégias pedagógicas que podem ser desenvolvidas utilizando-se softwares educativos. As conexões estabelecidas e intercâmbios, levam os sujeitos a ficarem fascinados com esse mundo que se descortina, sendo que para realizar essas tarefas, têm que ter oportunidade de acesso e orientação.

O papel da educação no ato de inserir novas tecnologias, no sentido amplo, torna-se valorizado no momento de crise a qual estamos imersos, tendo em vista que a instituição escolar não pode caminhar em sentido oposto ao que ocorre do lado de fora dos seus muros. No dizer de (PRETTO, 2002), ou seja, desconhecendo as novas linguagens e ferramentas a disposição da aprendizagem, desta forma, a escola deve considerar as tecnologias da informação como instrumento fundamental no processo de construção do conhecimento escolar.

Moran (1997 e 2001) destacam o processo de metamorfose da aprendizagem na sociedade da informação. Para eles, novas estratégias de ensino-aprendizagem foram e estão sendo engendradas com o uso das novas tecnologias da informação e da comunicação no campo da educação. Com a internet e os softwares educacionais, alunos e professores introduzem formas diferentes de lidar com a informação e com o conhecimento.

Diversos estudos apontam que estudantes, principalmente do ensino médio, tem dificuldade em compreender as representações no ensino de química (BEN-ZVI ET AL., 1990), tendo em vista que as compreensões microscópicas e simbólicas são difíceis porque são invisíveis e abstratas e o pensamento dos alunos é construído sobre a informação sensorial (BEN-ZVI, EYLON & SILBERSTEIN, 1987). Autores como Kozma & Russell (1997) comentam que os estudantes não estabelecem relações apropriadas entre o nível macro e o microscópico. Além disso, muitos estudantes apesar de terem o conhecimento conceitual e habilidade de visualizar, não conseguem são incapazes de transcrever ou transferir uma dada representação química à outra (WU, KRAJCIK & SOLOWAY, 2001).

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 averiguar estes erros em estudantes universitários, e 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 realizado na disciplina 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 (teórica e interna) dessa existência exterior (ADÚRIZ-BRAVO E GALAGOVSKY, 1997). 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.

No currículo de Química, tanto no Ensino Médio como Superior, o Equilíbrio Químico é um conteúdo curricular de maior complexidade, apresentando problemas no processo de aprendizagem (BERGQUIST; HEIKKINEN, 1990).

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 (QUÍLEZPARDO; SANJOSÉ LÓPEZ, 1995).

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, 1999) e outros fenômenos, tais como lentes foto cromáticas e a reação reversível do ácido carbônico presente nos refrigerantes.

De acordo com Johnstone (1991), os conteúdos de Química podem ser representados em três níveis. O nível macroscópico corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta, ou seja, é construído mediante a informação proveniente dos sentidos; já o nível microscópico refere-se às representações abstratas, a exemplo de modelos

que os estudantes têm sobre a química associados ao esquema de partículas; o outro nível chamado de simbólico expressa os conceitos químicos que os estudantes têm a partir de fórmulas, equações químicas, expressões matemáticas, gráficos, entre outros.

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 o feedback e reflexão (ESQUEMBRE, 2001).

A curiosidade e a pesquisa sobre conceitos remontam a própria história ocidental descrevendo três períodos gerais: a etapa pré-filosófica ou mágica, no qual o conteúdo da representação era atribuído a entidades sobre-humanas; a etapa clássica ou lógica, que equivale o conteúdo conceitual a uma definição lógica e a etapa cognitivista, que revisou o constructo aferindo-lhe uma estrutura mal definida graduada e, em muitos casos, instável (JANCZURA, 2012).

A representação mental segundo (Eisenck e Keane 1990, apud Moreira 2011, p. 189) 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.

Segundo Barker (2004) o princípio mais básico que os alunos precisam entender é que uma posição de equilíbrio implica uma troca de moléculas entre dois “lados” na mesma velocidade. Os “lados” podem ser duas fases, como a distribuição de moléculas de iodo entre água e hexano, ou duas reações, como ocorre na formação de amoníaco. A natureza dinâmica não pode ser vista, mas está implícita nas transformações químicas.

Desta forma, o uso de softwares pode auxiliar no processo da representação mental, neste estudo, para o conceito de Equilíbrio químico, utilizando o *software Equil*, que 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 de Equilíbrio Químico.

O presente estudo procura investigar a potencialidade deste como ferramenta para auxiliar e diminuir a abstração por meio da inserção de uma metodologia de ensino que facilite a aprendizagem dos conceitos de equilíbrio químico com o objetivo de avaliar a sua eficácia na construção de uma melhor representação mental para os alunos do sétimo período do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima.

Procedimentos metodológicos:

Os sujeitos deste estudo de caso foram 19 estudantes do sétimo semestre do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Roraima, que responderam a duas listas de exercícios, para avaliar o conceito de Equilíbrio Químico. A primeira lista denominada **A** possuía quatro questões, que teve como objetivo verificar a capacidade de fixação dos conceitos de Equilíbrio Químico já adquiridos por aqueles estudantes em outras disciplinas cursadas ao longo do curso (Química Geral II e Físico-química I).

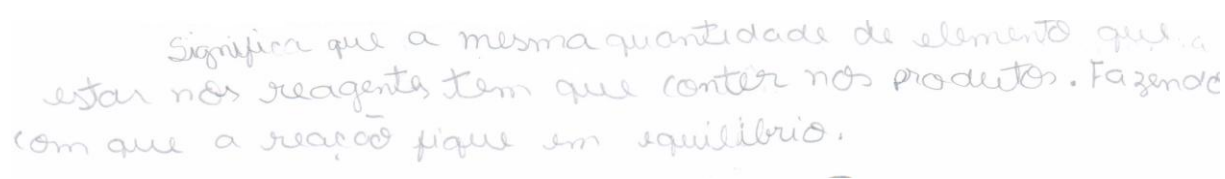
Na segunda etapa, foi ministrada uma aula procurando definir o conceito de equilíbrio químico com o auxílio do *software Equil*, logo após foi aplicada a segunda lista denominada **B** que também possuía quatro questões, com o intuito de verificar a eficácia do *software Equil* como ferramenta para diminuir a abstração e o seu poder de desempenho para a construção de uma melhor representação mental dos conceitos de Equilíbrio Químico.

Na terceira etapa houve a comparação da lista A e lista B com o intuito de verificar as respostas dos futuros professores, procurando investigar a importância do uso do *software Equil* na construção de uma melhor representação mental dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Química para avaliar a definição correta de equilíbrio químico por meio da integração das 4 questões nas listas **A** e **B** de forma individual.

Procurando avaliar o poder de fixação dos conceitos por parte dos estudantes sem o uso da memória de trabalho, foi aplicada novamente a lista B após 5 dias.

Resultados e Discussão:

Durante a análise dos dados foi possível detectar que os estudantes do sétimo semestre do curso de licenciatura em Química não conseguem definir de forma correta o conceito de Equilíbrio Químico. Analisando as respostas da lista A, verificou-se que grande parte dos estudantes não definiu corretamente o conceito de equilíbrio químico conforme figura abaixo.



Significa que a mesma quantidade de elemento que está nos reagentes tem que conter nos produtos. Fazendo com que a reação fique em equilíbrio.

Figura 1

Estes dados revelam a dificuldade por parte dos alunos em definir o conceito de equilíbrio químico. O resultado de tais investigações chama a atenção para a importância de se deslocar o olhar para a aprendizagem conceitual, onde precisam ser analisadas as investigações dentro das condições e contextos em que se realizam, pois integram uma das necessidades formativas de professores de Ciências.

Teixeira e Silva (2009) buscam encontrar respostas 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. 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 poderá acarretar sérios problemas no processo de ensino e aprendizagem na educação básica onde estes futuros professores iram atuar.

Durante a análise dos dados de forma qualitativa procurando integrar as quatro questões da lista **A** com o intuito de avaliar a definição do conceito de Equilíbrio Químico, foi possível verificar a ausência de conhecimentos básicos que são adquiridos no ensino médio, esta ausência pode estar relacionada à falta de processos metodológicos que facilitem uma aprendizagem significativa. A pesquisa revela que boa parte dos estudantes que participaram da pesquisa definiu que uma reação entra em equilíbrio quando a concentração dos reagentes e produtos é igual, sendo que esta definição é uma inverdade, pois o que ocorre é a não variação das concentrações. Nesse sentido, Atkins (2003 p. 106) afirma que “o estado de equilíbrio dinâmico é alcançado por um sistema químico fechado, desde qualquer ponto de

início, quando dois processos inversos ocorrem simultânea e continuamente à mesma velocidade, pelo qual a composição do sistema permanece constante”.

Após realizar a segunda etapa da pesquisa ao introduzir a segunda lista contendo quatro questões denominada **B**, foi possível diagnosticar uma melhora significativa na definição do conceito de Equilíbrio Químico por conta da utilização do *software Equil*. Deve-se levar em consideração que a segunda etapa foi realizada com o uso da memória de trabalho.

Na terceira etapa da pesquisa ao introduzir a segunda lista contendo quatro questões denominadas **B** para os mesmos indivíduos após 5 dias, com ausência da memória de trabalho foi possível diagnosticar a permanência da melhora significativa da definição do conceito de Equilíbrio Químico por conta da utilização do *software Equil*. Percebeu-se que houve uma melhoria do conceito de equilíbrio químico, mostrando que eles conseguiram internalizar o conceito que pode ser observado na figura abaixo.

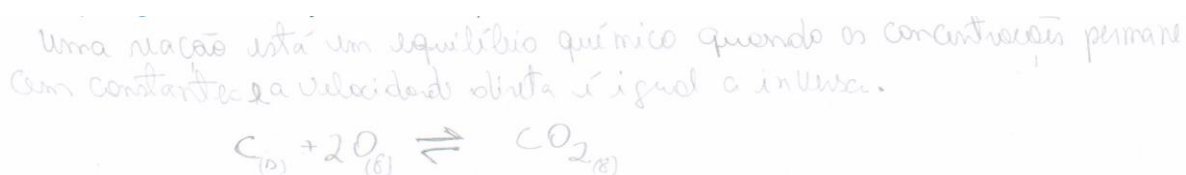


Figura 2

Desta forma, torna-se interessante avaliar uma possível introdução do software no ensino de Equilíbrio Químico como ferramenta que facilita a construção de uma melhor representação mental dos conceitos desta temática, para os alunos de graduação de universidades públicas conforme verificado na aplicação pela segunda vez da lista B.

Ao indicarem as vantagens da utilização dos computadores no ensino de Equilíbrio Químico, Hameed e colaboradores (1993) sugerem que os microcomputadores têm ao menos duas vantagens que os tornam valorosos para o ensino. Primeiro, podem prover instrução individualizada. Isso pode ser vantajoso ao permitir que os estudantes aprendam em seu próprio ritmo e, com isso, tenham uma avaliação singular. Segundo, podem simular efetivamente muitos fenômenos científicos. Por exemplo, eventos inobserváveis, como o comportamento molecular, podem ser representados visualmente, tornando-os acessíveis aos estudantes. Porém, diferentes *softwares* e materiais didáticos são descritos como simulações.

O potencial do *software* não pode ser medido apenas por uma única aplicação, pois vários fatores estão inseridos neste processo como a motivação dos alunos, as habilidades do mediador para desenvolver toda a eficiência do *software*. Pois conforme Santos, Greca e Serrano (2003), no ensino de química, é importante desenvolver o pensamento químico do estudante. Ou seja, deve-se entender o mundo material em termos de átomos e de suas moléculas, dos seus arranjos e de seus movimentos, permitindo ao aluno relacionar esse mundo submicroscópico aos fenômenos observáveis. É nesse sentido representacional que as simulações tornam-se frutíferas para a educação em ciências.

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 uma alternativa para melhorar a representação mental do conceito de Equilíbrio Químico, não podendo ser considerado uma ferramenta 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 de profissionais de Licenciatura em Química, pois estes profissionais serão os futuros professores das próximas gerações no estado de Roraima, logo devemos ter uma maior atenção para a formação realizada na academia.

Referências –

- ATKINS, P. E J. PAULA (2003). Físico-Química. Rio de Janeiro: LTC.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. Y.; GALAGOVSKY, L. (1997). Modelos científicos y modelos didáticos em la enseñanza de las ciencias naturales. Parte 1: Consideraciones Teóricas. Memorias de la X REF. Mar del Plata: Argentina, 1997.
- BARKER V., Concepções espontâneas dos alunos sobre conceitos básicos de Química, relatório de pesquisa elaborado para a Sociedade Real de Química 2004.
- 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.
- BERGQUIST, W.; HEIKKINEN, H. Students' ideas regarding chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 67,12, p.1000-1003, 1990.
- 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, 1999.
- CAVALCANTE, V, Z. SILVA, M, L, S. A Importância da Revolução Industrial no Mundo da Tecnologia. VII EPECC Encontro Internacional de Produção Científica 25 a 28 de outubro de 2011. Anais Eletrônico VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica CESUMAR – Centro Universitário de Maringá Editora CESUMAR Maringá – Paraná – Brasil ISBN 978-85-8084-055-1.
- ESQUEMBRE, F. Computers in Physics Education. *Computer physics communications*, pp.1-7, 2001.
- GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HAMEED, H.; HACKLING, M. W.; GARNET, P. J. Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, v.15(2), pp.221-230, 1993.
- HOOD, J. B. Research on computers in chemistry education, *Journal of Chemistry Education*, 71, p.196-200, 1994.

- JANCZURA, Gerson Américo. A Representação Mental de Conceitos. In: LOPES Ederaldo José (Org.). Temas em Ciências Cognitivas e Representação mental. Porto Alegre: Synopsys, 2012. p. 185-204.
- JOHNSTONE, A.H. Why Science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J.Computer Assisted Learning*, 7, 1991.
- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. Química e reações químicas. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S. A., 2002.
- KOZMA, R.B. e Russell, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968, 1997.
- MARINHO, Simão Pedro P. Tecnologia, educação contemporânea e desafios ao professor. In: JOLY, Maria Cristina Rodrigues Azevedo. A tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem. (org.) São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.
- MOREIRA M.A.; Teorias de aprendizagem – 2ª ed. Ampl. – São Paulo : EPU, 2011.
- MORAN, J.M. Como utilizar a internet na educação. *Ciência da Informação*, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 146-153, 1997.
- MORAN, J.M. Novos desafios na educação: a internet na educação presencial e virtual. 2001. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/~prof/moran/uber.htm>>. Acesso em: 12 out. 2012.
- 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.
- PRETTO, Nelson de Luca. Uma escola sem/com futuro. 4 ed.Campinas: Papirus, 2002.
- TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; SILVA, R. M. G. Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 2, p. 571-592, 2009.
- QUÍLEZ, J.; SANJOSÉ, V. Errores Conceptuales en el estudio del equilibrio químico: Nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del Principio de Le Chatelier. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 1, p. 72-79, 1995.
- SANTOS, F.M.T.; GRECA, I.M.; SERRANO, A. Uso do software DICEWIN na química geral. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Vol. 3, nº 1, pp. 58-69, [s.m.]. 2003.
- WARTHA E, J, REZENDE, D, B. OS NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E AS CATEGORIAS DA SEMIÓTICA DE PEIRCE *Investigações em Ensino de Ciências* – V16(2), pp. 275-290, 2011 http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID264/v16_n2_a2011.pdf acessado dia 14 /12/2012.
- 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.