

A EVOLUÇÃO DA INTERFACE DO EQUIL, E RESULTADOS ASSOCIADOS.

Gabriela Trindade Perry[gabrielperry@hotmail.com]

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) –UFRGS – Caixa Postal 21.409
Praça Argentina - 90.040-020 – Porto Alegre – RS – Brasil.

Agostinho Serrano[asandrade@brturbo.com]

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática –ULBRA
Rua Farrroupilha 8001, Prédio 14, sala 218 – 94.420-218 – Canoas – RS – Brasil.

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o *software* Equil, cujo tema é ensino de Equilíbrio Químico, bem um breve histórico de sua construção e os resultados obtidos em sua última avaliação em sala de aula (a terceira). A interface do Equil apresenta durante toda a evolução da reação em estudo ($H_2 + I_2 \leftrightarrow 2HI$) a articulação de três níveis de representação de um fenômeno químico: macroscópico, microscópico e simbólico. Acredita-se que este *design* da interface tenha sido um dos fatores determinantes para o sucesso verificado junto aos estudantes ($n=76$) do 3º ano do ensino médio. No referido experimento foram comparados os desempenhos de três grupos, um utilizando o Equil, outro o conhecido *software* Le Chat e um grupo controle.

Palavras Chave: Design de software educacional; ensino de Química; níveis de representação de um fenômeno químico.

INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é apresentar para a comunidade interessada em ensino de Química o *software* Equil¹ - uma simulação para ensino de Equilíbrio Químico, resultado de um trabalho de pesquisa realizado no âmbito de duas universidades – ULBRA (Universidade Luterana do Brasil) e UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) – durante dois anos e meio. Duas dissertações foram os frutos dessa pesquisa, uma focando a comparação do Equil com o Le Chat (PAIVA, 2004), defendida na ULBRA (ORLANDI, 2004), e outra sobre uma metodologia participativa de desenvolvimento de *software* educacional. A questão que guiou as investigações pode ser colocada como: “que características deve ter um *software* para ensino de Equilíbrio Químico?”. Para responder a este questionamento utilizou-se um referencial de concepções alternativas (por exemplo: Niaz (1995); Hackling e Garnett (1985) e Bergquist e Heikkinen (1990)) e as hipóteses de Gabel (1993) e Kozma e Russel (1997).

Resumidamente, Gabel afirma que a Química pode ser ensinada utilizando-se três níveis de representação: microscópico (com átomos e moléculas); macroscópico e simbólico. Sua hipótese é que, quando a natureza particulada é enfatizada, ela não pode prescindir de um ou mais tipos de representação para gerar significados. Kozma e Russel, por sua vez afirmam que o projeto de ambientes multimídia para ensino de Química deve promover a articulação de múltiplas formas de representação, pois isto auxiliaria os novatos adquirirem a habilidade de traduzir entre diferentes formas de representação (animações, modelos, fórmulas, gráficos, etc). Esta é uma habilidade apresentada por especialistas.

O projeto do *software*, por sua vez, foi feito de forma iterativa e participativa, ou seja, foram criados diversos protótipos, cada um deles implementando melhorias. Além dos pesquisadores diretamente envolvidos com a produção, colaboraram, de forma eventual, diversos estudantes e professores de Química. As atividades realizadas durante esse processo envolveram: programação; *design* da interface; entrevistas com professores de Química para avaliação da interface e realização de avaliações experimentais em sala de aula. Estes aspectos serão abordados na seção seguinte deste artigo.

¹ O Equil está disponível para download em <http://www.gabriela.trindade.nom.br>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira versão do *software* Equil foi construída abordando quase que exclusivamente o nível microscópico de representação. Acreditava-se, à época, que ele seria suficiente para auxiliar o estudante a compreender certos aspectos do Equilíbrio Químico. Por este motivo, na referida versão, o nível macroscópico estava pouco saliente, e o nível simbólico praticamente inexistia. A figura 1 mostra a interface do Equil v.1 (à época chamava-se “Colisões”). É importante salientar que o programa estava em fase de construção, de modo que um protótipo foi submetido ao teste experimental.

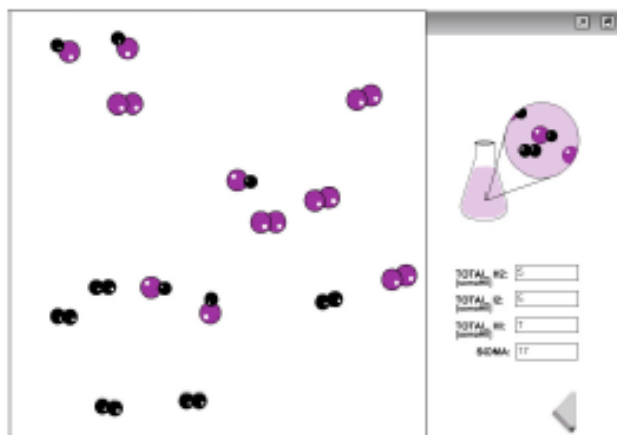


Figura 1. Interface da simulação da versão 1 do Equil.

Antes de conduzir o experimento final, Orlandi (2004) conduziu dois testes-piloto, a fim de validar a metodologia e os materiais de coleta de dados. O experimento em si, produto da dissertação de Orlandi pelo programa de ensino de ciências da ULBRA, buscou comparar o Equil com o Le Chat, avaliando uma turma de 104 estudantes dividida em dois grupos: Le Chat, com 46 e Equil, com 58. Foram definidas oito variáveis, avaliadas em uma escala com cinco posições, iniciando em 0 e terminando em 4, conforme segue, por se acreditar que elas descrevem com grande amplitude representações adequadas de conceitos relativos a Equilíbrio Químico: (1) RepMac: qualidade da representação macroscópica (mais especificamente a cor da reação) de um sistema em equilíbrio desde o instante inicial da reação, concebida pelo estudante; (2) ReAtom: nível representacional microscópico para reações químicas em fase gasosa; (3) AproEq: explora as concepções do estudante sobre a aproximação do equilíbrio no nível representacional microscópico através de ilustrações; (4) RepEqMi: representação microscópica para o Equilíbrio Químico, complementar ao item anterior; (5) AproEqCo: aproximação do equilíbrio para as concentrações de reagentes e produtos no nível de representação simbólico, tanto a partir de respostas referentes ao estado atual e a tendência de uma reação nos instantes iniciais, quanto na representação gráfica das concentrações; (6) ConEq: concentração dos reagentes e dos produtos no Equilíbrio Químico, complementar ao item anterior; (7) AproEqVel: aproximação do equilíbrio para as velocidades da reação, através da exploração das idéias dos estudantes sobre o que acontece com as velocidades direta e inversa de uma reação nos instantes iniciais, baseado em respostas sobre o estado atual e a tendência de uma reação, bem como nos gráficos de velocidades; (8) VelEq: velocidade da reação no Equilíbrio Químico, complementar ao item anterior. O arranjo utilizado é mostrado na figura 2.

PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE
Grupo Le Chat →	Atividade com guia de simulação →	Grupo Le Chat
Grupo Equil →	Atividade com guia de simulação →	Grupo Equil

Figura 2. Arranjo experimental utilizado por Orlandi (2004).

Os resultados do grupo utilizando o Equil foram bastante modestos, em relação aos do grupo que usou o Le Chat. Estes mostraram melhores evoluções do que os do Equil para as variáveis em estudo (exceto para RepMac), ao passo que os estudantes que utilizaram o Equil apresentaram bom desempenho apenas para as variáveis que lidavam com representações do nível microscópico.

Esses resultados motivaram o início de um segundo ciclo de construção do Equil, do qual participaram apenas os autores do presente artigo, desta vez com a intenção de articular todos os três níveis de representação de um fenômeno químico. Além disso, essa nova proposta da interface foi submetida à avaliação, através de entrevistas abertas, de professores com larga experiência no ensino de Química, durante o mês de agosto de 2005. Após responder, os professores conheciam o *software* e eram convidados a fazer sugestões. Estas entrevistas não foram gravadas. Os professores tinham 5, 7, 13, 30 e 44 anos de experiência com ensino de química. Apenas o menos experiente leciona para o nível médio. Os demais atuam pelo menos em cursos de graduação em química, e os dois mais antigos dão aula para pós-graduação (em educação). Na entrevista, uma pergunta foi feita: que ferramentas o senhor (a) consideraria úteis em um *software* para ensino de Equilíbrio Químico? A contribuição mais significativa destas entrevistas foi a inserção de uma simulação da evolução a velocidade da reação através do comprimento das setas. A figura 3 indica um exemplo.

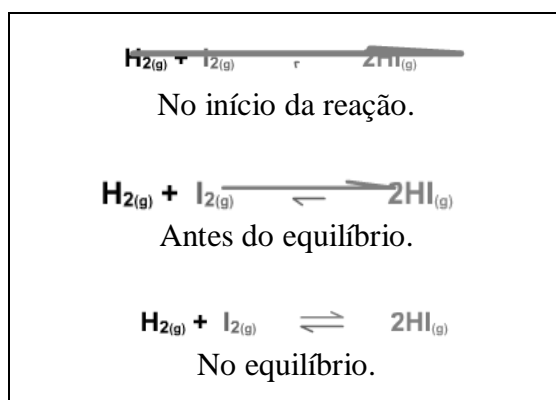


Figura 3. Indicação da velocidade relativa das reações direta e inversa, através do comprimento das setas.

Depois de encerrada a construção do Equil, foi conduzido um experimento em sala de aula, realizado no dia 22 de Maio de 2005, no Colégio Marista Rosário, na cidade de Porto Alegre. Participaram duas turmas de 3º ano do ensino médio, que haviam tido aula sobre Equilíbrio Químico há duas semanas. No total, participaram 76 estudantes, com média de idade de 16 anos e seis meses ($s = 0,53$), sendo 31 homens e 45 mulheres. Estes estudantes foram divididos em três turmas, E (Equil), L (Le Chat) e C (controle), de forma aleatória, através de sorteio. Os materiais de coleta de dados, a escala utilizada e a forma de avaliação foram inspirados naquelas de Orlandi (2004). As variáveis em estudo eram as mesmas. O arranjo utilizado é chamado de “arranjo verdadeiramente experimental” (figura 4), por controlar de forma efetiva fatores que poderiam invalidar sua validade interna e externa (Campbell e Stanley 1963).

	PÓS - TESTE
ATIVIDADE →	Grupo Le Chat

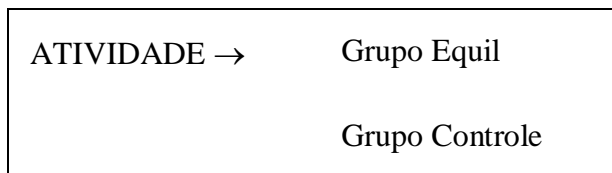


Figura 4. Configuração dois grupos aleatoriamente definidos, uma observação.

Nesse experimento, o desempenho da turma E (Equil) foi melhor do que o das turmas L (Le Chat) e C (controle). A figura 6 mostra o ranqueamento dos três grupos em relação às oito variáveis em estudo.

1. RepMac	$E > L > C$
2. ReAtom	$E > L > C$
3. AproEq	$E > L > C$
4. RepEqMi	$E > L > C$
5. AproEqCo	$E = L = C$
6. ConEq	$E > L > C$
7. AproEqVel	$E = L = C$
8. VelEq	$E > L > C$

Figura 5. Ranqueamento dos três grupos em relação às oito variáveis analisadas.

Este resultado foi obtido através do teste do qui-quadrado, feito sobre o resultado de cada estudante em determinadas perguntas. Além disso, compunham o pós-teste duas questões dissertativas sobre a natureza do Equilíbrio Químico, e 17 questões do tipo “verdadeiro ou falso” sobre concepções alternativas. A análise dessas questões não apontou qualquer diferença de desempenho entre os três grupos, o que colabora para a hipótese que a atividade com os *softwares* não foi suficiente para alavancar a compreensão dos estudantes para níveis mais amplos e detalhados. Esse resultado já era esperado.

CONCLUSÕES

Há duas linhas principais para as conclusões tiradas deste grande esforço de pesquisa, uma em relação aos resultados obtidos com o último experimento envolvendo o Equil e o Le Chat, outro em relação à forma como o Equil foi criado. Em relação à primeira linha, pode-se afirmar que há diferença estatisticamente significativa, entre os grupos E, L e C, com franco favorecimento do primeiro grupo, principalmente no que diz respeito à variáveis do nível micro e macroscópico (1 até 4, na figura 5). Desta forma, a hipótese da importância da articulação entre os três níveis de representação fica reforçada, principalmente pelo contraste obtido com os resultados modestos obtidos pelo grupo E (diferentes sujeitos) no experimento de Orlandi (2004). No entanto, análises complementares deste último experimento mostram que a melhora da compreensão dos estudantes

não foi suficiente para que eles superassem suas concepções alternativas, extremamente tenazes. Resumindo, os aspectos conceituais cuja compreensão pode ser impulsionada por esta classe de ferramentas são, sem dúvida, importantes para o ensino deste tema complexo. No entanto, não restam dúvidas de que cabe ao professor a tarefa de introduzir estes *softwares* de forma criativa em sua prática discente.

A outra classe de conclusões refere-se, conforme dito anteriormente, à forma de produção desta ferramenta, e interessa particularmente aquelas equipes envolvidas com a construção de *softwares* educacionais. Assim, afirma-se que as escolhas de *design*, que determinam a aparência de uma interface, têm impacto significativos na qualidade do *software*. Para tais decisões surtirem efeito, devem estar apoiadas em um projeto educacional eficiente em sua tarefa de apontar o conjunto de requisitos principais. O fato de esse conjunto de resultados serem fruto de um projeto de pesquisa que vem sendo executado e refinado há bastante tempo também contribui ativamente para a qualidade do *software* construído e para a solidez dos dados expostos, o que justifica o investimento nessa área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PAIVA, J. C. Ensino do Equilíbrio Químico: Subtilezas e Simulações Computacionais. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2000. Tese (Doutorado) – Departamento de Química da Universidade de Aveiro. Portugal. Disponível em <www.fis.uc.pt/~jcpaiva/td> Acesso em 25 ago 2004.

ORLANDI, C. C. (2004) Um Estudo Sobre a Utilização de Simulações Computacionais no Ensino de Equilíbrio Químico. Canoas: Universidade Luterana do Brasil, Dissertação.

NAZ, M. Relationship Between Student Performance on Conceptual and Computational Problem of Chemical Equilibrium. *International Journal of Science Education*, v. 17 n. 3, p. 343-355, 1995.

HACKLING, M. W.; GARNETT, P. J. Misconceptions of Chemical Equilibrium. *European Journal of Science Education*, v. 7 n. 2, p. 205-214, 1985.

BERGQUIST, W.; HEIKKINEN, H. Student Ideas Regarding Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, v. 67, p. 1000-1003, 1990.

GABEL, D. Use of the Particulate Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding. *Journal of Chemical Education*, v. 70 n. 3, p. 193-194, 1993.

KOZMA, R. B.; RUSSEL, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34 n. 9, p. 949-968, 1997.

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J.C, *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research on Teaching*. In N. L. Gage (ed.), *Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally, 1963.