

O uso de analogias no ensino do equilíbrio químico

Theaching chemical equilibrium using analogies

Ricardo Luiz de Oliveira
Paulo Augusto Netz

RESUMO

Este trabalho se propõe a investigar o papel do uso de analogias no ensino de tópicos de Equilíbrio Químico no Ensino Médio. Buscando evitar o reforço de concepções alternativas, este uso deve ser sistemático e consciente. Assim, usamos uma metodologia consagrada na literatura, o método TWA (teaching with analogies). Este estudo foi aplicado em quatro turmas pertencentes a duas escolas: uma escola técnica profissionalizante e uma escola de ensino médio regular. Em cada escola, foi escolhida uma turma onde foi aplicada uma apostila seguindo a metodologia TWA e uma turma controle, com uma apostila elaborada sem o uso de analogias. Foram aplicados questionários pra avaliação dos perfis das turmas, bem como pré-testes e pós-testes a todas as turmas, com o intuito de determinar a evolução conceitual e investigar o papel do uso de analogias nesta evolução. Os resultados mostraram que, embora a evolução, em ambas as escolas, seja maior nas turmas que usaram a metodologia de ensino com o uso de analogias, a diferença é significativamente maior na escola de ensino profissionalizante.

Palavras chave: analogias, equilíbrio químico e aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This work aims to investigate the role of teaching using analogies in the study of Chemical Equilibrium. This method must be applied in a systematic way, in order to avoid the development of misconceptions, therefore, we choose the method TWA (teaching with analogies). This work was applied in four classes, belonging to a technical school and to a regular school. In each school, a group was chosen where the TWA method was applied and a group was chosen as a control. Evaluation of the profiles of the groups was done by questionnaires, as well as pre-tests and post-tests, in order to determine the conceptual evolution and to investigate the role of the use of analogies in this evolution. Results had shown a bigger evolution in the classes with the TWA method, in both the schools, but the difference is significantly bigger in the technical school.

Key words: Analogies, chemical equilibrium, meaningful learning.

Introdução

Os conceitos relacionados ao Equilíbrio Químico têm sido apontados por muitos autores e professores como alguns dos mais problemáticos para o ensino e a aprendizagem (MACHADO; ARAGÃO, 1996). É importante, portanto, para estes conceitos, um esforço de interiorização e visualização, e a necessidade de usar a imaginação e os meios ao alcance dos agentes do ensino da química para promover a aprendizagem efetiva dos conceitos. Uma das maneiras de se conseguir este objetivo é o uso de analogias.

Nós partimos do pressuposto de que o raciocínio analógico é próprio da cognição humana, auxiliando na compreensão de conceitos científicos (FABIÃO; DUARTE, 2005). É necessário, contudo, usar as analogias de modo consciente e sistemático, para evitar o reforço de concepções alternativas como, por exemplo, a tendência a conceber o equilíbrio como um estado no qual nada mais ocorre, ou seja, uma concepção de equilíbrio limitada ao equilíbrio estático (GORODETSKY; GUSSARSY, 1987 apud MACHADO; ARAGÃO, 1996) ou então a concepção de que reagentes e produtos se encontram em compartimentos separados (compartimentalização).

Duit (1991) considera uma analogia como a comparação entre dois domínios de conhecimentos distintos. O conceito que se pretende ensinar (aspecto desconhecido) aos estudantes é denominado conceito alvo, ou simplesmente, alvo (ou objetivo). O conceito ou situação da qual espera-se que o estudante já tenha conhecimento e que sirva de âncora na aprendizagem (aspecto familiar) é denominado conceito domínio, ou simplesmente domínio (ou análogo). O conceito de modelo é muitas vezes utilizado como sinônimo de analogia, porém em nossa pesquisa estes conceitos são distintos e nenhum deles está subordinado ao outro. Em nossa pesquisa,

porém, modelo é apenas uma comparação explícita feita entre um conceito alvo e uma imagem ou objeto que o represente de forma concreta.

Entendemos que o uso de analogias possibilita uma relação entre os conceitos prévios e os conceitos desconhecidos, pelos quais o aluno é levado a diminuir as resistências aos novos conceitos e reestruturar suas informações e, em certos casos, poderá formar um novo esquema ou acrescentar novas informações àquele já formado. De acordo com Ausubel (1978, p.6), o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe.

O conceito central da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa, que ocorre quando a tarefa de aprendizagem relaciona e ancora, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outros conceitos, imagens, símbolos ou proposições significativas e relevantes (chamados conceitos subsunçores ou simplesmente subsunçores). Estes são preexistentes na estrutura cognitiva do estudante com os quais já esteja familiarizado permitindo a ligação com as novas informações, ocorrendo a aprendizagem significativa. Portanto, só é possível aprender algo a partir da ancoragem realizada entre o novo e algo que já se sabe.

Para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que o conteúdo trabalhado seja potencialmente significativo. Essa condição envolve dois aspectos:

- o conteúdo a ser aprendido deve estar, de alguma forma, relacionado ao que o estudante já sabe (sua estrutura cognitiva);
- a estrutura cognitiva do estudante deve estar em condições de se relacionar com o conteúdo proposto.

Destacamos como tarefa fundamental do professor a de auxiliar o estudante a assimilar a estrutura da matéria de ensino

e de organizar a sua própria estrutura cognitiva, utilizando recursos e princípios que facilitem aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa (MOREIRA, 1999).

Concordamos com Mól (1999) que “o uso de analogias também deve levar em conta, ao se propor a facilitar a aprendizagem significativa, a existência de subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes”.

Quando o novo conteúdo não encontrar âncoras adequadas na estrutura cognitiva do estudante, de acordo com Ausubel podem ser usados os organizadores prévios, que são materiais introdutórios que deverão ser trabalhados com o estudante para preencher a lacuna existente entre o que o aluno sabe e o que pretende-se que ele aprenda de forma significativa. Logo, as analogias neste caso também podem ser utilizadas como organizadores prévios.

Mortimer (2000) destaca em seus estudos que as analogias desempenham um papel na construção de um modelo novo que ultrapassa a dimensão do observável. Também ressalta que a concordância com o paradigma piagetiano, de que não há acomodação sem assimilação, de que a informação pura é impossível, de que toda novidade deve carregar algo de redundante, nos obriga a reconhecer que a analogia desempenha papel importante na construção de um conhecimento novo.

Como o papel do professor na utilização de analogias é fundamental, entendemos que a sua aplicação não é tão óbvia como pensam muitos professores e para evitarmos o surgimento de concepções alternativas nos estudantes aplicamos o Modelo de Ensino com Analogias – TWA (Teaching With Analogies) conforme apresentado por Harrison e Treagust (1993), que consiste das seguintes operações:

- a. introduzir o conceito-alvo a ser aprendido. Fazer uma breve ou completa explicação dependendo de como a analogia será empregada;

- b. sugerir aos estudantes a situação análoga. Mediante discussões estimar a familiaridade dos estudantes com o análogo;
- c. identificar as características relevantes do análogo. Explicar o análogo e identificar suas características relevantes em uma profundidade apropriada com a familiaridade dos estudantes com o análogo;
- d. mapear as similaridades entre o alvo e análogo. Os estudantes auxiliados pelo professor identificam as características relevantes do conceito-alvo e estabelecem as correspondências com as características relevantes do análogo;
- e. identificar onde a analogia falha. Buscar concepções alternativas que os alunos possam ter desenvolvido. Indicar onde o análogo e o alvo não têm correspondência, apontando aos estudantes para desencorajar conclusões incorretas sobre o alvo;
- f. esboçar conclusões sobre o alvo. Organizar um relato resumido sobre os aspectos importantes do assunto-alvo.

De acordo com Harrison e Treagust (1994), podem ocorrer modificações na aplicação da seqüência dos passos propostos pelo Modelo TWA, pois três fatores podem influenciar:

- o estilo do professor;
- as particularidades do conceito científico;
- e o análogo que está sendo estudado.

Importante, também, é o estímulo à elaboração de analogias por parte do estudante, pois através da elaboração de uma analogia ou modelo para explicar e compreender a uma situação de equilíbrio químico se pode observar a evolução e compreensão das analogias utilizadas pelo pro-

fessor, pois as analogias geradas pelos estudantes podem estabelecer um meio de avaliação diagnóstica e formativa. De acordo com Wong (1993), quando os alunos elaboram as suas próprias analogias:

- tornam familiares novas situações;
- reconhecem no problema particularidades do seu conhecimento prévio;
- e estimulam o pensamento abstrato relativo às estruturas e modelos subjacentes.

Metodologia

Assim, definimos como objetivo geral deste trabalho, investigar a contribuição das analogias para compreensão e formação adequada dos conceitos científicos no contexto do ensino de Equilíbrio Químico na disciplina de Físico-química no Ensino Médio. Este objetivo se desdobra na seguinte seqüência de procedimentos:

- a. Escolher e caracterizar turmas do ensino médio para aplicação de uma metodologia de ensino englobando o uso de analogias sobre o tema Equilíbrio Químico no contexto de aulas expositivas, comparando com turmas (controle) onde o conteúdo será apenas exposto de maneira tradicional.
- b. Selecionar as analogias mais significativas conforme modelo TWA de acordo com Harrison e Treagust (1993) a serem utilizadas na pesquisa.
- c. Elaborar e aplicar pré e pós-teste nas turmas para determinar o seu desempenho e a sua evolução conceitual.
- d. Investigar a contribuição das analogias no processo de ensino e aprendizagem através de análise qualitativa e quantitativa visando determinar a evolução conceitual dos estudantes.

A aplicação dos instrumentos de coleta de dados foi realizada em duas turmas de Ensino Médio Profissionalizante da Escola Estadual Técnica São João Batista (SJB) da disciplina de Físico-química II, da cidade de Montenegro-RS e em duas turmas do Ensino Médio do Colégio Sinodal Progresso (CSP) da disciplina de Química da segunda série, da cidade de Montenegro-RS.

A amostra utilizada em nosso estudo é constituída de um total de setenta e cinco estudantes. Destes, vinte e quatro estudantes fazem parte das turmas do SJB e cinquenta e um estudantes fazem parte das turmas do CSP. No SJB teremos a turma 143 (turno da manhã) com doze estudantes trabalhando com a apostila sem o uso de Analogias (que iremos denominar de controle-SJB) e a turma 343 (turno da noite) com doze estudantes que realizam a atividade utilizando a apostila com o uso de Analogias (que iremos denominar de experimental-SJB). No CSP teremos a turma 211 (turno da manhã) com vinte e quatro estudantes que realizam a atividade utilizando a apostila sem o uso de Analogias (que iremos denominar de controle-CSP) e a turma 212 (turno da manhã) com vinte e sete estudantes que realizam a atividade com a apostila com o uso de Analogias (que iremos denominar de experimental-CSP).

Uma apostila sem analogias foi organizada a partir do módulo Cinética e Equilíbrio Químico da coleção intitulada Material Modular Positivo (BAUAB, 2004) e foi utilizada nas turmas controle. Este material foi utilizado por se adaptar às necessidades didático-pedagógicas de nosso trabalho, pois apresenta o mínimo necessário de figuras de tal forma que não interfere na análise proposta.

Uma apostila com analogias, para servir de instrumento de experimentação e comparação, foi organizada após seleção das analogias sobre Equilíbrio Químico que apresentam uma estruturação segundo o modelo TWA e foi utilizada nas turmas experimentais. A relação das analogias escolhidas encontra-se em anexo.

A coleta de dados foi realizada através de questionários escritos baseados em três instrumentos, que foram aplicados na seguinte ordem: questionário de avaliação dos perfis das turmas, pré-teste e pós-teste.

O pré e o pós-teste consistem de questões abertas e foram elaboradas para a verificação dos conhecimentos iniciais e fi-

nais durante o período de intervenção nas turmas.

Como o tópico equilíbrio químico envolve vários conceitos inter-relacionados, é necessário delimitá-los, agrupando-os em categorias, que foram utilizadas na construção do pré e pós-teste. As categorias encontram-se relacionadas na tabela 1.

Tabela 1 – Categorização dos conceitos trabalhados nos pré-testes e pós-testes.

Categoria	Detalhamento
Comportamento da concentração ($C \times t$)	Identificação da tendência das concentrações na reação (consumo de reagentes e formação dos produtos) até atingir o equilíbrio.
Comportamento da velocidade ($V \times t$)	Identificação da tendência das velocidades na reação (reações direta e inversa) até atingir o equilíbrio.
Representação gráfica da concentração ($C \times t$) e velocidade ($V \times t$)	Representação gráfica da tendência das concentrações e velocidades na reação até atingir o equilíbrio
Interpretação conceitual	Explicação e conceituação do equilíbrio químico
Variação da temperatura	Identificação da influência da variação de temperatura no equilíbrio da reação.
Variação da concentração	Identificação da influência da variação de concentração no equilíbrio da reação.
Representação macroscópica	Identificação dos aspectos macroscópico-sensoriais de um sistema consistindo em uma reação química em equilíbrio.
Representação microscópica	Identificação dos aspectos microscópicos de uma reação química em equilíbrio.
Representação simbólica	Identificação da representação simbólica da dupla seta na reação
Analogia ou modelo	Construção de analogia ou modelo para explicar uma situação de equilíbrio químico.

Para a análise de cada uma das situações, definimos três níveis de compreensão, que são apresentados pelos estudantes individualmente. Esses níveis configuram uma escala ordinal de zero a dois. Assim, durante a análise, inicialmente há a etapa “interpretativa”, na qual é definido o nível de compreensão conceitual, abaixo relacionado, que o estudante apresenta ao responder à questão sob análise.

- Correto (2): as respostas demonstram um perfil científico consistente, sem a presença ou com poucas concepções alternativas que, se apresentadas, aparentemente não prejudicam a compreensão do estudante.
- Parcialmente correto (1): possui um perfil científico, mas aparecem falhas nos conceitos advindos de concepções alternativas que prejudicam a compreensão conceitual do contexto analisado.

- Errado, irrelevante ou não respondeu (0): a resposta está totalmente errada, a resposta apresentada é irrelevante ou não há resposta para ser analisada.

Resultados e discussão

Na análise dos perfis das turmas enfatizamos que as turmas do SJB são turmas de ensino médio profissionalizante, as turmas do CSP são de ensino médio regular. Na escola SJB, os estudantes apresentavam um perfil de maior motivação, sendo que para estes o estudo da química é inquestionavelmente importante para a sua formação. Na escola CSP, contudo, a importância da química não era tão evidente aos estudantes. A faixa etária dos estudantes da turma experimental-SJB é de 16 a 37 anos e nas outras turmas a faixa etária é de 16 anos.

A turma experimental-SJB apresenta um percentual de alunos que já foram re-

provados (33%) nitidamente inferior ao da turma controle (50%) e a turma experimental-CSP apresenta um percentual de alunos que já foram reprovados (11%) nitidamente inferior ao turma controle (66%).

O questionário do perfil das turmas também indicou que a maioria dos alunos tem dificuldade em compreender o que são analogias, mas alguns entendem que é uma forma de comparação e todos consideram que os professores, principalmente de físico-química, utilizam analogias. Entre as várias vantagens destacadas do uso de analogia foi verificado, significativamente, que o conteúdo fica mais fácil de entender, visualizar e assimilar. A maioria dos estudantes não enxerga nenhum perigo no seu uso, mas alguns reforçam que depende da maneira que a analogia é utilizada.

Analisando a figura 1, que mostra resultados da comparação global de escores entre pré-testes e pós-testes das turmas da escola SJB, e a tabela 2, que traz os resultados do teste de Mann-Whitney aplicado a

esta análise, nota-se que as médias dos pré-testes apresentam valores semelhantes, sem diferença estatisticamente significativa, ambos com bom desempenho. Nota-se, também, uma nítida superioridade na turma experimental na análise das médias dos pós-testes, diferença esta estatisticamente significativa. Houve, portanto, uma grande evolução na turma experimental e uma modesta evolução na turma controle, talvez porque ambas as turmas já tenham apresentado bons resultados nos pré-testes.

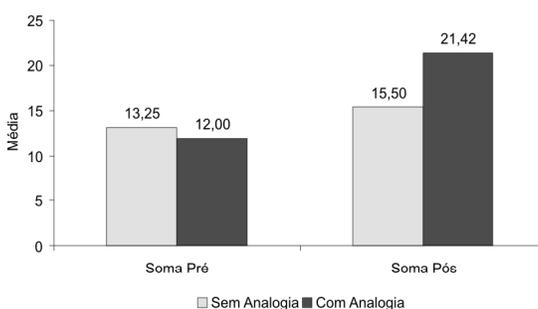


Figura 1 – Comparação do desempenho (médias dos escores) entre pré-testes e pós-testes na escola SJB.

Tabela 2 – Teste Mann-Whitney para comparação entre pré-testes e pós-testes na escola SJB.

Grupo	n	Média	Desvio-padrão	Z	Valor de p
SOMA PRÉ					
Sem	12	13,25	6,37	-0,23	0,84
Com	12	12,00	3,84		
SOMA PÓS					
Sem	12	15,50	7,85	-2,08	0,04
Com	12	21,42	5,82		

Na análise da figura 2 com resultados da comparação global entre pré-testes e pós-testes das turmas da escola CSP, bem como na tabela 3, que traz o teste Mann-Whitney aplicado a esta análise, as médias dos pré-testes apresentam valores diferentes, mas a diferença não é estatisticamente significativa. A diferença entre os resultados das médias dos pós-testes, contudo, é estatisticamente significativa, com o valor da média dos pós-testes nitidamente superior para turma experimental.

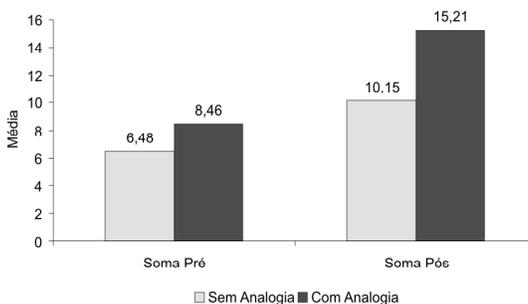


Figura 2 – Comparação do desempenho (médias dos escores) entre pré-testes e pós-testes na escola CSP.

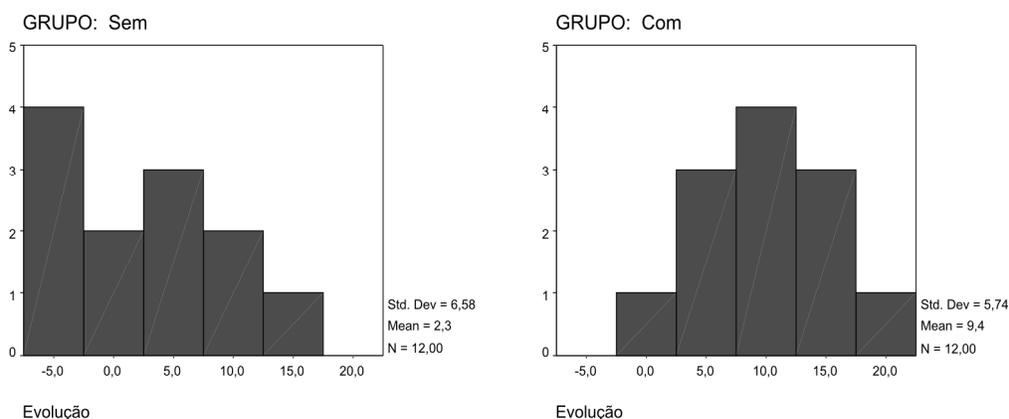
Tabela 3 – Teste Mann-Whitney para comparação entre pré-testes e pós-testes na escola CSP.

Grupo	n	Média	Desvio-padrão	Z	Valor de p
SOMA PRÉ					
Sem	27	6,48	4,11	-1,69	0,09
Com	24	8,46	4,51		
SOMA PÓS					
Sem	27	10,15	5,36	-2,16	0,03
Com	24	15,21	7,65		

Na escola CSP também ocorreu uma evolução na turma experimental, porém inferior à evolução correspondente à turma experimental da escola SJB. Em relação à turma controle observamos que a evolução não foi tão pequena, demonstrando que a turma, partindo de um pré-teste com escore bastante baixo, se recuperou.

Para melhor caracterizar a evolução entre pré-teste e pós-teste, definimos uma variável quantificando a evolução por questão como a diferença entre os escores na questão no pós-teste e no pré-teste. Foi criada também uma variável, a qual chama-

remos simplesmente de evolução, a qual quantifica, para cada aluno, a soma das evoluções por questão. Ao observarmos a figura 3 que ilustra os histogramas das evoluções nas duas turmas da escola SJB, percebemos que houve uma migração de estudantes dos níveis de compreensão inferiores para os superiores. A tabela 4 mostra o resultado da análise estatística Mann-Whitney aplicada a estes dados. Esses resultados demonstram que a metodologia com o uso de analogias teve desempenho nitidamente superior, com diferença estatisticamente significativa.



Figuras 3 – Histogramas A e B das evoluções nas turmas da escola SJB.

Tabela 4 – Teste Mann-Whitney para comparação da evolução entre as turmas na escola SJB.

	Grupo	n	Média	Desvio-padrão	Z	Valor de p
Evolução	Sem	12	2,25	6,58	-2,29	0,010*
	Com	12	9,42	5,74		

* Diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%

Analisando a figura 4 percebemos que, também entre as duas turmas da escola CSP, há uma diferença nítida de evolução, mas a significância estatística é baixa. No entan-

to, trata-se de turmas de ensino médio regular, que no pré-teste apresentaram uma média bastante baixa e evoluíram de modo razoável em ambas as turmas.

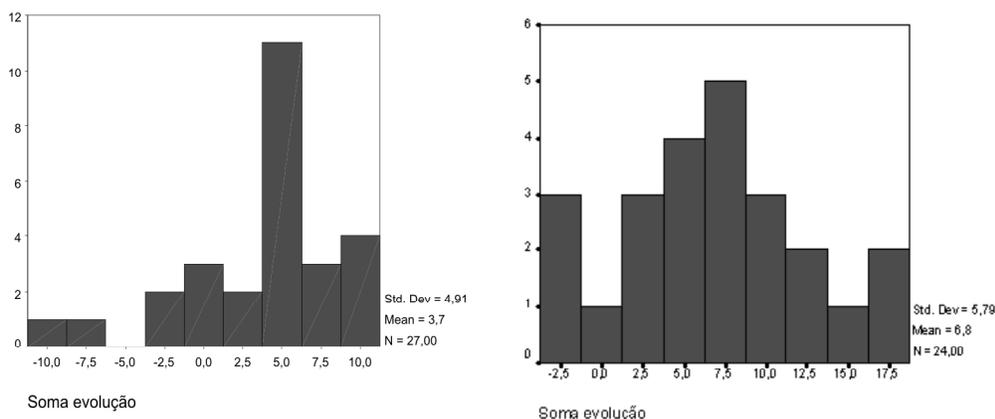


Figura 4 – Histogramas A e B das evoluções nas turmas da escola CSP.

Tabela 5 – Teste Mann-Whitney para comparação da evolução entre as turmas na escola CSP

	Grupo	n	Média	Desvio-padrão	Z	Valor de p
Evolução	Sem	27	3,67	4,91	1,74	0,082
	Com	24	6,75	5,79		

Através do teste de Wilcoxon¹ para amostras pareadas analisamos as diferenças entre os dois momentos (pré e pós-teste) para cada grupo de estudantes (experimental e controle) em cada questão. Na tabela 6 apresentamos os resultados resumidos desta análise

comparativa dos dois grupos de estudantes, em cada escola. Esta tabela nos permite determinar em quais categorias de questões a metodologia usando as analogias se mostrou superior ou inferior ou ainda se não houve diferença significativa entre as metodologias.

Tabela 6 – Comparação qualitativa entre as metodologias com e sem o uso de analogias nas evoluções por questão, agrupadas em categorias de questões.

Categoria	SJB	CSP
Comportamento da concentração em função do tempo	Não há diferença estatisticamente significativa entre as abordagens.	Evolução estatisticamente significativa em ambas as abordagens.
Comportamento da velocidade em função do tempo	Há uma performance levemente superior da abordagem com analogias.	Há superioridade estatisticamente significativa da abordagem usando analogias na aproximação das velocidades dos reagentes e produtos antes do equilíbrio. Após atingir o equilíbrio, não há diferença em ambas as abordagens.
Representação gráfica da concentração ($C \times t$) e velocidade ($V \times t$)	Há uma vantagem no uso da metodologia com analogias.	Há leve vantagem no uso da metodologia com analogias para $C \times t$ e ocorre evolução para $V \times t$ em ambas as abordagens.
Interpretação conceitual	Há superioridade estatisticamente significativa da abordagem usando analogias.	O uso de analogias não propiciou alteração significativa.
Variação da temperatura – princípio de Le Chatelier	Não há diferença estatisticamente significativa.	O uso de analogias não propiciou alteração significativa.

¹As tabelas correspondentes à aplicação do teste de Wilcoxon para cada questão em cada turma não foram mostradas aqui, devido à exiguidade do espaço. O leitor interessado pode consultá-las em OLIVEIRA, R. L. DE; O uso de analogias e modelos no ensino do equilíbrio químico, dissertação de mestrado defendida no PPGECIM, ULBRA, RS.

Varição da concentração – princípio de Le Chatelier	Não há diferença estatisticamente significativa.	O uso de analogias não propiciou alteração significativa.
Representação macroscópica	Não há diferença estatisticamente significativa.	Não há diferença estatisticamente significativa.
Representação microscópica	Há superioridade na abordagem com analogias.	Não há diferença estatisticamente significativa.
Representação simbólica	Não há diferença estatisticamente significativa.	Há diferença estatisticamente significativa na abordagem sem analogias.
Construção de analogia ou modelo	Metodologia com analogias favorece significativamente a formulação das suas próprias analogias.	Não há diferença estatisticamente significativa entre as duas abordagens e ocorre inclusive involução na abordagem sem o uso de analogias.

Em ambas as escolas, o uso de analogias favorece a aprendizagem dos tópicos relativos à representação gráfica de concentração e velocidade, bem como as questões que tratam da evolução da velocidade em função do tempo. O comportamento da concentração e da velocidade à medida que a reação prossegue parece ser um aspecto no qual o uso de analogias facilita bastante o aprendizado, pois muitas analogias se relacionam precisamente a estes aspectos do equilíbrio químico. As analogias utilizadas foram representações macroscópicas, com visualização esquemática dos detalhes microscópicos (quantidades das diferentes substâncias), associadas a gráficos. Por outro lado, estes aspectos, devido à sua natureza complexa e nem sempre intuitiva, não são muitas vezes compreendidos dentro de uma abordagem tradicional.

No estudo da influência da variação da temperatura no equilíbrio químico constatamos que não ocorreu uma evolução significativa em nenhuma das turmas. O grau de dificuldade para compreensão destes conceitos é muito grande devido a sua complexidade e dependência de conhecimentos prévios sobre termoquímica dificultando a compreensão e interpretação das questões.

Nos aspectos que se referem à descrição não gráfica do comportamento da concentração em função do tempo, a evolução não foi significativa, pois é possível que, tenha havido uma maior ênfase na reação inversa por ser considerada mais complexa, e

estejam sendo negligenciadas as dificuldades da compreensão da reação direta.

As analogias apresentadas nas apostilas não foram suficientes para os estudantes resolverem conceitualmente as questões propostas sobre o Princípio de Le Chatelier. Este conteúdo merece, portanto, uma abordagem mais cuidadosa provavelmente com o uso, além das analogias, de recursos computacionais ou laboratoriais.

O desempenho dos estudantes da escola São João Batista (SJB), usando a abordagem com analogias apresentou nítida superioridade com significância estatística na interpretação conceitual, representação microscópica e construção de analogias demonstrando um perfil científico consistente. Nesta escola, como vimos o estudo da química é considerado importante para os estudantes. Para os estudantes do CSP, contudo, como a importância da química não era evidente, talvez fosse necessária uma motivação prévia, para a abordagem usando analogias.

A seguir apresentamos alguns exemplos de construção de algumas analogias consideradas relevantes produzidas pelos estudantes para explicar os fenômenos do equilíbrio químico.

- “Como exemplo de equilíbrio eu diria o exemplo de uma balança das antigas que para se saber o peso se fazia um balanceamento com medidas já conhecidas. Tendo então um equilíbrio dos pesos, se fazia as medições. Agora penso isso em uma reação onde tudo o que você tiver de reagente formará um produto em equi-

líbrio. Mesma quantidade de produto igual a mesma quantidade de reagente.”

- “Tomaria como exemplo um refrigerante sabor cola. Ao adicionar água ficaria um pouco mais fraco e se tornarmos a colocar mais refrigerante a coloração ficaria mais forte”.

Conclusões

O papel do uso de analogias no ensino foi investigado comparando-se o desempenho relativo de turmas experimentais (usando apostila com analogias) e controle (usando apostila sem o uso de analogias) pertencentes a uma escola profissionalizante e a uma escola de ensino médio tradicional. Os resultados obtidos nas observações realizadas apontam para um desempenho superior na abordagem usando analogias, embora nem todos os conceitos mostrem diferenças estatisticamente significativas. Acreditamos, contudo, que os resultados do uso de analogias como metodologia de ensino em aulas de teoria se mostraram satisfatórios.

As maiores diferenças no desempenho se encontram nos conceitos referentes ao comportamento da velocidade da reação em função do tempo (conceitual e graficamente) e, em alguns casos, na representação microscópica e na interpretação conceitual. Com exceção deste último aspecto, todos os outros foram explicitamente abordados em analogias na apostila correspondente.

Apesar da presença de analogias retratando os aspectos macroscópicos do equilíbrio químico, as questões envolvendo esta categoria não apresentaram diferença significativa de evolução entre as abordagens. O princípio de Le Chatelier também é outro conceito para o qual o uso de analogias (como a do Boneco João Teimoso, analogia da balança e a da esteira) não parece ser suficiente e, provavelmente, deva ser complementado com outros recursos e metodologias.

As analogias que trabalham as relações entre os planos macroscópicos, microscópico e simbólico (como a representação pictórica de quantidades diferentes de reagentes e produtos evoluindo ao longo do tempo, associada a um gráfico) é uma analogia bastante eficaz, trabalhando as questões referentes ao comportamento da velocidade e das concentrações em função do tempo e a representação gráfica.

Houve uma nítida diferença de eficácia do uso de analogias entre as turmas da Escola Técnica São João Batista (SJB) e do Colégio Sinodal Progresso (CSP). No primeiro caso a evolução obtida usando analogias é significativamente maior que na turma controle. Na outra escola, a diferença entre as turmas experimental e controle é muito mais modesta. Uma justificativa aceitável para explicar estas diferenças de rendimento pode ser a motivação que os estudantes da escola SJB possuem por serem uma turma do ensino profissionalizante em química de nível médio ao passo que os estudantes da escola CSP são do ensino médio regular. Para ocorrer uma aprendizagem significativa entendemos que é necessário que o estudante se disponha e esteja motivado a fazer as relações necessárias do conteúdo apresentado com seus subsunçores. Neste aspecto, as analogias se apresentaram mais eficazes nas turmas do SJB, para os quais o estudo da química é considerado importante para a formação. Para aumentar a eficácia do uso de analogias em turmas onde esta consciência da importância da química não existe, é necessário um trabalho de motivação prévia.

Finalmente, é importante que o professor tenha consciência e estratégia adequada quando utilizar analogias, pois é possível que, ao invés de serem meios facilitadores de aprendizagem, funcionam ao contrário, confundindo e dificultando a aprendizagem.

Também é preciso que haja um esforço continuado no sentido de influenciar o desenvolvimento curricular e as

práticas pedagógicas sobre o uso de analogias, sem jamais esquecer que, há necessidade de se investir no professor, cuja resistência e dificuldade de aprendizagem nesta área podem ser bem maiores do que as do estudante.

Portanto, o uso de analogias como recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem pode ser uma forma de auxiliar os professores e alunos, propiciando acesso a conceitos complexos e contribuindo, também, para a contextualização significativa necessária para a aprendizagem.

Referências

- AUSUBEL, David P. *Psicologia Educativa, um ponto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1978.
- BAUAB, Tabata. Organizadora. *Material Modular Positivo. Cinética e Equilíbrio Químico*. Curitiba: Gráfica e Editora Posigraf S.A., 2004.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), p.649–672, 1991.
- FABIÃO, Luís Samuel; DUARTE, Maria da Conceição. Dificuldades de produção e exploração de analogias: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, v.4, n.1, 2005.
- FELTRE, Ricardo. *Físico-Química*. V.2, 4.ed. São Paulo: Moderna, 1995.
- FELTRE, Ricardo. *Físico-Química*. V.2, 5.ed. São Paulo: Moderna, 2000.
- HARRISON, Allan G.; TREAGUST, David F. *Science analogies: avoid misconceptions with this systematic approach*. *The Science Teacher*, Normal, n.61, p. 40-43, 1994.
- HARRISON, Allan G.; TREAGUST, David F. Teaching with Analogies: A case study in grade-10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, v.30, n.10, p.1291–1307, 1993.
- LEMBO, Antonio. *Química – Realidade e Contexto*. Editora. V.2. São Paulo: Editora Ática, 1999.
- MACHADO, Andréa Horta; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro. Como os Estudantes Concebem o Estado de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola*, n.4, p.18-20, 1996.
- MÓL, Gerson de Souza. *O Uso de Analogias no Ensino de Química*. Brasília: UnB, 1999. Tese (Doutorado em Química), Instituto de Química, Universidade de Brasília, 1999.
- MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1999.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Minas Gerais: Editora UFMG, 2000.
- OLIVEIRA, Ricardo Luiz de. *O uso de analogias e modelos no ensino do equilíbrio químico*. Canoas: ULBRA, 2006. Dissertação (Mestrado em Educação de Ciências e Matemática), Universidade Luterana do Brasil, 2006.
- PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leito do. *Química na abordagem do cotidiano*. V.2, 2.ed. São Paulo: Moderna, 1998.
- WONG, E. D. Understanding generative capacity of analogies as a tool for explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, v.30, n.10, p.1259-1272, 1993.

Anexo

LISTA DE FIGURAS DA APOSTILA COM ANALOGIAS		
Autor/Vol./Pág./Ano	Conceito	Formato da apresentação
Ricardo Feltre / 2 / 247 / 2000	Desequilíbrio e reequilíbrio	Analogia – Boneco João-Teimoso
Ricardo Feltre / 2 / 248 / 2000	Equilíbrio dinâmico	Analogia – Evaporação d'água em frasco fechado
Peruzzo e Canto / 2 / 291 / 1998	Equilíbrio químico da reação $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$	Desenho da representação macroscópica associada com um relógio
Peruzzo e Canto / 2 / 291 / 1998	Equilíbrio químico da reação $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$	Desenho da representação macroscópica associada com um relógio
Peruzzo e Canto / 2 / 292 / 1998	Equilíbrio químico da reação $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$	Desenho da representação macroscópica associada com um gráfico da variação da concentração em função do tempo
Peruzzo e Canto / 2 / 292 / 1998	Equilíbrio químico da reação $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$	Desenho da representação macroscópica associada com um gráfico da variação da concentração em função do tempo
Peruzzo e Canto / 2 / 292 / 1998	Equilíbrio químico do sistema $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$ e $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$	Desenho da representação macroscópica
Ricardo Feltre / 2 / 236 / 1995	Equilíbrio químico da variação da velocidade da reação em função do tempo	Representação gráfica
Lembo/ 2 / 192 / 1999	Estado de equilíbrio dinâmico	Analogia – Desenho de atleta correndo na esteira ergométrica
Ricardo Feltre / 2 / 253 / 2000	Grau de equilíbrio	Analogia – Desenho de um trecho de estrada representando de forma análoga o quanto a reação progrediu.
Ricardo Feltre / 2 / 277 / 2000	Deslocamento do equilíbrio químico	Analogia – Vasos comunicantes
Lembo/ 2 / 219 / 1999	Equilíbrio dinâmico ($v_1=v_2$)	Analogia – Desenho de um atleta correndo na esteira ergométrica representando de forma análoga o de equilíbrio dinâmico
Lembo/ 2 / 219 / 1999	Equilíbrio dinâmico ($v_3>v_1$)	Analogia – Desenho de um atleta correndo na esteira ergométrica representando de forma análoga quando não há de equilíbrio dinâmico
Lembo/ 2 / 220 / 1999	Reequilíbrio dinâmico ($v_4=v_3$)	Analogia – Desenho de um atleta correndo na esteira ergométrica representando de forma análoga quando ocorre reequilíbrio dinâmico
Ricardo Feltre / 2 / 258 / 1995	Influência da concentração no equilíbrio químico	Desenho em forma de esquema representando a influência da concentração no equilíbrio químico da reação do ácido acético com o álcool etílico
Ricardo Feltre / 2 / 279 / 2000	Influência da concentração no equilíbrio químico	Gráfico representando a influência da concentração na no equilíbrio químico da reação do ácido acético com o álcool etílico
Ricardo Feltre / 2 / 259 / 1995	Influência da concentração no equilíbrio químico da reação do ácido acético com o álcool etílico	Desenho de uma balança representando de forma análoga o deslocamento do equilíbrio químico.
Peruzzo e Canto / 2 / 310 / 1998	Influência da pressão no equilíbrio químico da reação $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ a uma dada pressão	Desenho representando o estado de equilíbrio químico.
Peruzzo e Canto / 2 / 310 / 1998	Influência da pressão no equilíbrio químico da reação $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ com aumento da pressão	Desenho representando o estado de desequilíbrio químico.
Ricardo Feltre / 2 / 284 / 2000	Influência da temperatura no equilíbrio químico	Gráfico representando a variação da constante de equilíbrio (K) em função da temperatura para uma reação endotérmica
Ricardo Feltre / 2 / 284 / 2000	Influência da temperatura no equilíbrio químico	Gráfico representando a variação da constante de equilíbrio (K) em função da temperatura para uma reação exotérmica
Peruzzo e Canto / 2 / 314 / 1998	Influência do catalisador no equilíbrio químico	Desenho representando o equilíbrio químico da reação $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ sem catalisado
Peruzzo e Canto / 2 / 314 / 1998	Influência do catalisador no equilíbrio químico	Desenho representando o equilíbrio químico da reação $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ com catalisador
Apostila Positivo	Influência do catalisador no equilíbrio químico	Representação Gráfica mostrando o comportamento do equilíbrio químico na presença de catalisado

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

1. MODALIDADES DE PUBLICAÇÃO

1.1 - artigos que expressem opiniões e posicionamentos acerca de questões atuais das Ciências Naturais e Exatas, cientificamente embasados.

1.2 - resenha crítica de obras relativas a essas áreas, resumo de teses, comunicações, documentos;

1.3 - matérias de divulgação da Universidade;

1.4 - matérias informativas sobre participação em eventos científicos e tecnológicos.

2. APRESENTAÇÃO DOS ORIGINAIS

2.1 - os artigos deverão ser apresentados em disquete, de preferência em Windows Write ou Windows Word, acompanhados de uma cópia impressa;

2.2 - o texto dos artigos deverá ter de 10 a 20 laudas; o texto de resenhas ou outra modalidade de comunicação não deverá ir além de 10 laudas;

2.3 - um resumo de seis(6) a dez(10) linhas, em língua portuguesa e em língua inglesa, deverá introduzir o artigo, juntamente com palavras-chave;

2.4 - a apresentação deverá conter: identificação, com título, subtítulo (se houver), nome(s) do(s) autor(es), maior titulação acadêmica, cargo atual e instituição em que exerce suas funções; telefones e endereços particular e profissional;

2.5 - citações, referências bibliográficas e notas de rodapé deverão seguir as normas da ABNT, ou, excepcionalmente, em casos devidamente justificados, de outro sistema de reconhecimento de valor científico;

2.6 - a estrutura do artigo será a de um trabalho científico, contendo partes tais como: introdução, desenvolvimento, material, métodos, resultado, discussão, conclusão, segundo as características específicas de cada matéria.

3. PUBLICAÇÃO

3.1 - os trabalhos remetidos para publicação serão submetidos à apreciação do Conselho Editorial ou de outros consultores por este designados, de acordo com as especificidades do tema. Em se tratando de material elaborado por aluno(s), o mesmo deverá estar visado por um professor da área;

3.2 - os autores serão comunicados, através de correspondência, da aceitação ou recusa de seus artigos. A Comissão Editorial não se responsabiliza pela devolução dos originais remetidos;

3.3 - havendo necessidade de alteração quanto ao conteúdo do texto, será sugerido ao autor que as faça e devolva no prazo estabelecido; adequação lingüística e copidescagem estão a cargo da Comissão Editorial;

3.4 - os autores receberão 2(dois) exemplares da revista, e 5 (cinco) reprints.