

USO DE ANALOGIAS PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: CONCEITOS DE TERMOQUÍMICA

Marcos José Jeronymo Vian, Marcelo Paes de Barros
(Orientador/UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL), e-mail:
jeronymovian@uol.com.br.

Universidade Cruzeiro do Sul – Programa de Mestrado no Ensino de
Ciências e Matemática – São Paulo – SP.

Palavras-chave: analogias, alfabetização científica, termoquímica

Resumo:

As habilidades mínimas e necessárias para que um indivíduo consiga compreender uma notícia, ler um texto científico, entender e avaliar questões de ordem social e política são desenvolvidas através da alfabetização científica. A alfabetização científica é necessária e fundamental para que as pessoas sintam satisfação pessoal, para participarem criticamente da sociedade e para melhor desempenharem suas atividades profissionais. O conhecimento científico é composto por uma grande quantidade de conceitos abstratos, os quais se tornam inteligíveis aos alunos da escola básica e da graduação. Pensando nisso, esse trabalho apresenta uma avaliação feita com alunos da graduação sobre o uso de analogias em forma de desenhos para ensino de conceito abstratos em Termoquímica. O objetivo é saber se tal analogia ajuda a compreender melhor um determinado conceito abstrato, conduzindo assim o aluno a alfabetização científica.

Introdução

As disciplinas de Ciências Naturais (Química, Física e Biologia) guardam a responsabilidade da distribuição dos conhecimentos científicos socialmente significativos. Esses conhecimentos quando apropriados pela sociedade, permite que a mesma adquira as condições necessárias para reconhecer a presença da química no seu cotidiano, ocorrendo então a alfabetização científica.

A escola, a partir dos documentos oficiais e das suas necessidades planeja atividades para o ensino de Química, tendo como objetivo que os alunos se apropriem desses conhecimentos científicos, com metodologias e estratégias próprias que propiciam o desenvolvimento de competências e habilidades nos seus alunos.

Segundo Mortimer (2003) na “Assessoria Pedagógica” que acompanha seu livro didático:

Os currículos tradicionais têm enfatizado, na maioria das vezes, aspectos formais da Química, apoiados em uma tendência que vem transformando a cultura química escolar em algo descolado

de suas origens científicas e de qualquer contexto social ou tecnológico (MORTIMER, 2003, p.5).

Esse descolamento, anunciado pelo autor, das origens científicas e do contexto social ou tecnológico se traduz na idéia de que a essência do conhecimento químico se fundamenta em conceitos abstratos que provêm da necessidade da exploração de um mundo nanoscópico.

A abstração e a grande quantidade de conceitos e definições estudados nas aulas de química dão à disciplina uma característica de ciência totalmente desvinculada da realidade, fazendo com que o aluno não consiga compreender a aula de forma a dar um sentido para a aprendizagem desses conceitos.

Leal (2008) trabalhou com 29 alunos de escolas públicas de ensino médio no estado de Minas Gerais para conhecer o significado que a escola e conseqüentemente o saber escolar têm em suas vidas. Em entrevistas os alunos afirmam que a Química é abordada nas escolas com base em conceitos tratados de maneira puramente teórica, onde a memorização é uma das principais ferramentas para a aprendizagem, e os conceitos não se aplicam aos diferentes aspectos da vida cotidiana (LEAL, 2008, p. 210).

Ainda considerando a química como uma disciplina com potencial para ser contextualizada significativamente, Wartha e Faljoni-Alário (2005), afirmam que o professor ao observar o mundo ao seu redor, pode perceber um universo de situações a serem relacionadas aos conteúdos curriculares para ajudar os alunos a darem significado ao conhecimento.

Considerando o atual ensino de Química, ressaltamos que o mesmo é resultado de um processo histórico de repetição de fórmulas que permite que o aluno aprenda alguns procedimentos relacionados à Química; transformando a disciplina em um manejo de pequenos rituais de memorização de conceitos, de regras e algoritmos.

Partindo de tal reflexão, nota-se que o aluno chega ao ensino superior com deficiência em tópicos que fizeram parte de seus estudos no ensino médio. Na disciplina Bioquímica do curso de graduação em Farmácia os alunos apresentam dificuldades por não terem desenvolvido ao longo de sua formação no ensino médio um bom conhecimento de conceitos, pertencentes ao ensino de química do ensino médio, muitos dos quais demandam bastante abstração para compreensão. Considerando as dificuldades de abstração no aprendizado de química, emergem inquietações referentes ao seu ensino. Dentre essas inquietações segue: em um contexto de sala de aula, como proceder para permitir que o aluno possa se apropriar de conceitos que exigem abstração de forma a promover a alfabetização científica?

A analogia formal é definida como uma proposição da forma: “*A está para B, assim como C está para D*” assumindo que a relação entre A e B é similar à relação entre C e D. Aqui, os objetos A e B são desconhecidos e os objetos C e D representam o análogo conhecido (CACHAPUZ, 1989, p.120; SANTOS, 2006, p.9). Como exemplo, tem-se a relação entre o modelo atômico de Rutherford e o sistema planetário segundo Copérnico: os elétrons (A) estão para o núcleo do átomo (B) assim como os planetas (C)

estão para o Sol (D). O que importa aqui não é o conhecimento dos objetos A, B, C e D, mas a natureza das relações estabelecidas, tal como, o movimento dos elétrons (planetas) ao redor do núcleo do átomo (Sol). Raviolo (2008) afirma que o raciocínio analógico é atividade de comparação de estruturas e/ou funções entre dois domínios: um conhecido e um novo ou parcialmente novo de conhecimento.

Duit (1991), afirma que analogia é a relação entre as partes comuns de dois domínios diferentes, já que comparam as similaridades de dois conceitos.

Ainda, como referem Glynn et al (1989):

As analogias têm uma função explicativa, quando colocam conceitos e princípios novos em termos familiares; têm uma função criativa quando estimulam a solução de um problema, a identificação de um problema novo e a generalização de hipóteses". Uma e outra destas funções podem/devem ser exploradas na educação em ciências para a promoção da aprendizagem. (GLYNN et al, 1989, p. 383).

Percebe-se, então, que há uma aceitação da idéia de que o raciocínio analógico envolve a transferência de informação relacional de um domínio já conhecido pela memória para um outro domínio a ser conhecido. A similaridade está, portanto, implicada neste processo uma vez que uma analogia útil depende da existência de algum tipo de semelhança entre os dois domínios. Sendo assim a analogia pode ser utilizada para comparar o abstrato com o concreto que, por sua vez, é familiar ao aluno, na tentativa de tornar o ensino de conceitos científicos acessível.

A partir da análise destas definições, considera-se a analogia como a transposição de aspectos perceptíveis entre conceitos, uma vez que o uso das analogias promove a transposição dos aspectos observáveis do conhecimento existente a aspectos não-observáveis do mundo que o cientista ou o cidadão procura conhecer melhor. Esses dois aspectos possuem algumas identidades em suas estruturas sendo, então, simétricos e desprovidos da condição de subordinação entre eles. A analogia é a comparação destes aspectos: um que se pretende ensinar e é desconhecido e outro, já conhecido, que servirá de referência.

No ensino de Ciências (e no de Química, mais especificamente), trabalha-se com conceitos abstratos quando o objeto de estudo é normalmente teórico, e não perceptível aos órgãos dos sentidos. Sendo assim, a analogia é mais uma ferramenta de trabalho que pode conduzir a aprendizagem em Química através de comparações das semelhanças entre informações abstratas e novas com situações conhecidas, porém vale ressaltar que o reconhecimento dessa semelhança e sua utilização adequada é quem pode promover o aprendizado. Isto implica dizer que a apropriação do conhecimento por meio de analogias requer, por parte do indivíduo, o reconhecimento de similaridades específicas e a construção de relações analógicas apropriadas entre a informação conhecida e a nova. Esse raciocínio é melhor conduzido quando o aluno dispõe de uma gama de

conhecimentos, de modo a sustentar a nova informação (e a comparação) sobre conhecimentos já consolidados.

Cachapuz (1989) classifica as analogias com relevância educacional em dois tipos: analogias objetivas/pessoais, e analogias analíticas/sintéticas.

A primeira leva em consideração o tipo de experiências quando o próprio corpo é usado para se construir a analogia; se quem a usa é incluído ela é classificada como pessoal, caso contrário é objetiva (CACHAPUZ, 1989). O exemplo citado por esse autor é o princípio de Arquimedes. Os livros de Ciências e de Física, apresentam que o sábio grego Arquimedes (282-212 aC) descobriu, enquanto tomava banho, que um corpo imerso na água se torna mais leve devido a uma força, exercida pelo líquido sobre o corpo, vertical e para cima, que alivia o peso do corpo. Arquimedes fez essa descoberta quando seu próprio corpo fez transbordar água de uma banheira. Essa força, do líquido sobre o corpo, é denominada empuxo. Essas analogias trazem consigo a possibilidade da dramatização, permitindo uma boa exploração da relação pedagógica. Permitem a dramatização, porém podem infantilizar; quando selecionadas espontaneamente pelos alunos a partir de experiências individuais, sem a orientação de como o corpo pode ser utilizado.

As analogias analíticas/sintéticas classificam-se assim pelo modo como ocorre o processo de transferência de significados do domínio familiar para o domínio em estudo, analítico ou sintético. O modo analítico – como exemplo a analogia do modelo planetário e modelo atômico – relaciona o todo nas suas diferentes partes; enquanto o modo sintético relaciona apenas o todo, sem analisar suas partes (CACHAPUZ, 1989, P.122). No exemplo da analogia do modelo atômico com o modelo planetário compara-se: o movimento dos planetas ao redor do Sol com a movimentação dos elétrons ao redor do núcleo do átomo; a distância dos planetas ao Sol, centro do sistema com a distância entre os elétrons e o núcleo central do átomo; e a força de atração gravitacional entre os planetas e o Sol, com a força de atração elétrica entre os elétrons e o núcleo. Pode-se citar como um exemplo da analogia sintética o vírus de computador. Um objeto das Ciências Biológicas foi comparado com um programa de computador na sua totalidade, e o sentido empregado se refere (e é análogo) à ação viral biológica em organismos vivos: infecção, auto-replicação, tamanho reduzido e disfunções.

A escolha de um ou outro tipo de analogia vai depender do objeto de conhecimento em estudo. Na escolha da analogia, o professor deve levar em consideração que o aluno deva conhecer a informação a ser utilizada para comparação. Se esse aspecto não é considerado, o aluno pode rejeitar uma boa analogia, e continuar com suas concepções, ou ainda criar um obstáculo ao aprendizado. É importante interagir e intervir fazendo os alunos explicitarem e avaliarem a natureza dos atributos comparados ou a estrutura das relações estabelecidas. Se a analogia possui desenhos e gráficos, só a disposição espacial do desenho no texto não é suficiente. O aluno pode não selecionar aspectos relevantes do domínio familiar ou selecionar algo irrelevante. É imprescindível a presença do professor para estabelecer os

limites da analogia, identificando os itens não-comparáveis, uma vez que nem tudo do domínio familiar é transferível ao desconhecido.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo avaliar se os alunos julgam uma analogia adequada para a melhora na compreensão do conceito abstrato “acoplamento energético entre reações químicas” em Termoquímica.

Materiais e Métodos

Esse trabalho foi desenvolvido com alunos no início do quarto semestre da graduação em Farmácia da Universidade Cruzeiro do Sul, Campus Anália Franco, situado à Avenida Regente Feijó, 1.295, São Paulo, SP. Foram utilizadas para esse trabalho duas turmas, sendo uma do turno da manhã e outra do turno da noite em agosto de 2007, totalizando 67 alunos. Esses alunos já tiveram no seu curso os conceitos que serão trabalhados na disciplina de Físico-Química no segundo semestre, ou seja, um ano antes desse semestre.

A etapa da tomada de dados durou uma aula de três horas e meia, para cada turma, compreendendo as etapas descritas a seguir.

A primeira etapa compreendeu a aplicação de um questionário diagnóstico aos alunos, elaborado pelo pesquisador, para verificar seus conhecimentos prévios sobre espontaneidade de eventos mecânicos.

Na segunda etapa, foi ministrada uma aula com os conceitos de termoquímica, entalpia, entropia e acoplamento de reações com o uso da seguinte analogia em forma de desenho: as reações acopladas de fosforilação da glicose para produção de glicose- 6 – fosfato e hidrólise de ATP com sistema de roldanas e cabos. A figura a seguir mostra a analogia utilizada. A figura mostra inicialmente que a esfera possui um potencial gravitacional P_1 , que é maior que um segundo potencial gravitacional P_2 . Quando a esfera se desloca verticalmente para baixo, a variação entre esses potenciais é menor que zero ($\Delta P < 0$), esse processo acontece espontaneamente, ou seja, sem nenhuma interferência. Na seqüência, a variação no potencial é zero ($\Delta P = 0$), a esfera está em equilíbrio, não se deslocando nem verticalmente para cima ou para baixo. Na terceira parte da figura o processo não pode ocorrer. Sabe-se que a esfera não se desloca espontaneamente verticalmente para cima, ou seja, de acordo com a figura em direção a um potencial gravitacional maior P_3 , pois nesse caso a variação de potencial é positiva ($\Delta P > 0$). Finalmente, na última parte da figura, aparece a estratégia do acoplamento da esfera de M_1 com uma outra de M_2 de massa maior. Esse acoplamento permite o deslocamento da primeira verticalmente para cima, uma vez que a variação de potencial resultante (ΔP_2) é igual à soma das duas variações mostradas inicialmente (ΔP_{eff} , e ΔP_1) e tem seu valor numérico menor que zero tornando assim o deslocamento da primeira esfera verticalmente para cima possível.

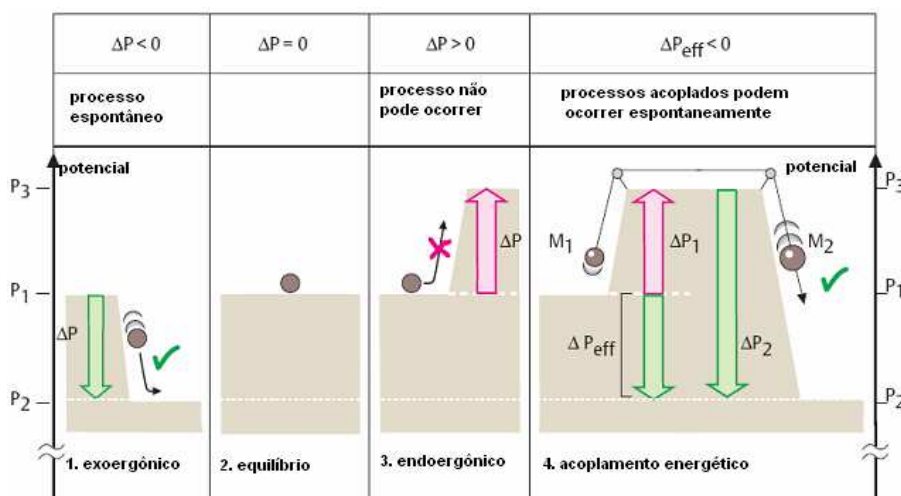
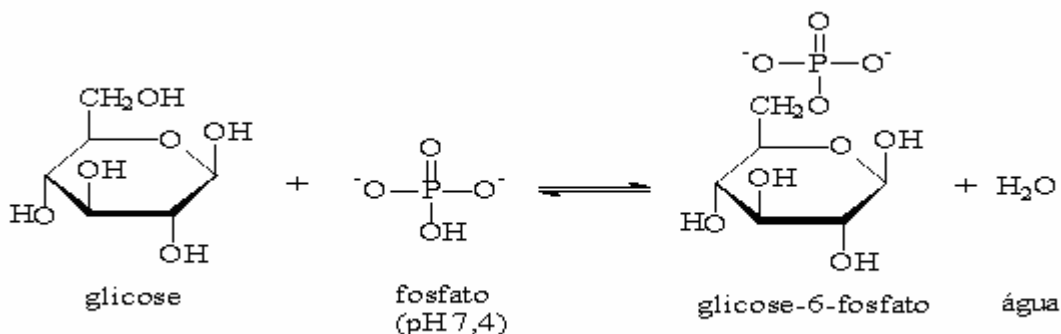


Figura 1 - analogia usada para acoplamento de eventos químicos.

Koolman, Jan; Röhm, K-H. Bioquímica< Texto E Atlas. 3ª ed. Porto Alegre.Artmed, 2005.p.17

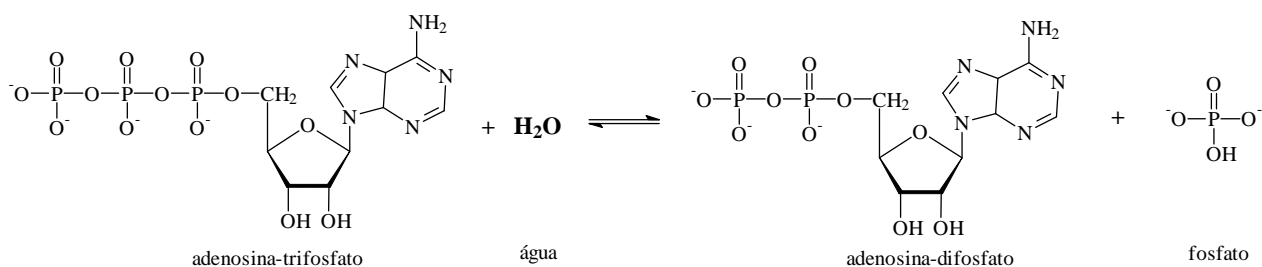
Reação 1:



$$\Delta G^0 = + 14 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

De acordo com o valor de ΔG , a transformação acima é termodinamicamente inviável. Contudo, a enzima catalisadora do processo, é capaz de utilizar unidades nucleotídicas de ATP como substrato e potencial fonte de grupos fosfato extremamente reativos. Desta forma, no sítio ativo da enzima, a reação de desfosforilação do ATP pode ocorrer conforme apresentado a seguir:

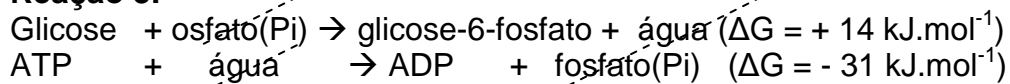
Reação 2:



$$\Delta G^{\circ} = - 31,0 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

E de modo simplificado, o processo global:

Reação 3:



Em seguida, os alunos realizaram uma apreciação do trabalho desenvolvido com eles.

Resultados e Discussão

Na análise dos dados foram construídos gráficos com o programa *Microsoft Office Excel* versão 2003.

As figuras 2 e 3 a seguir apresentam o julgamento feito pelos alunos da aula com analogia em comparação a uma aula sem analogias para o conceito estudado.

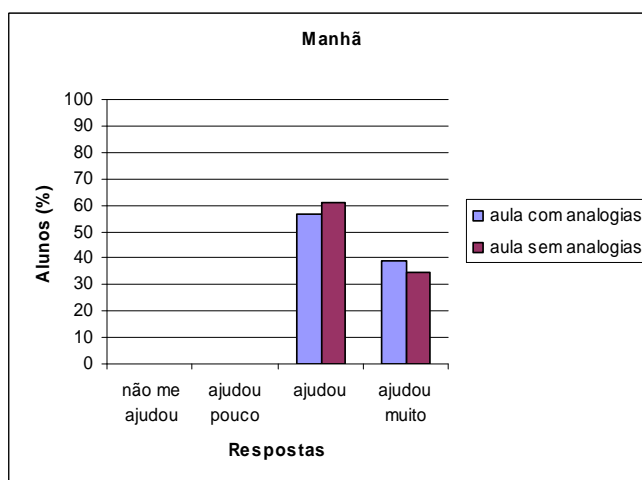


Figura 2 - distribuição das respostas à questão – apreciação final: Atribua um valor de acordo com a escala proposta, para a contribuição que cada uma das aulas deu a você sobre o conceito estudado.

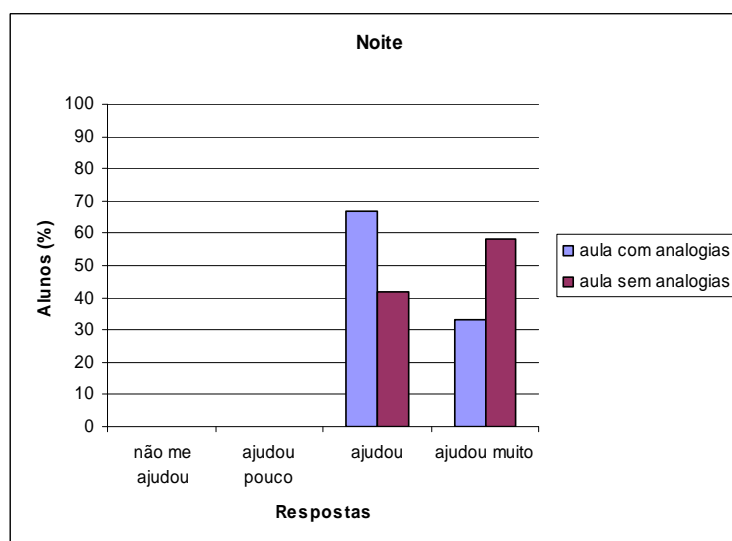


Figura 3 - distribuição das respostas à questão – apreciação final: Atribua um valor de acordo com a escala proposta, para a contribuição que cada uma das aulas deu a você sobre o conceito estudado.

Entende-se por essas respostas, quando a aula sem analogias dada pelo professor, é a melhor avaliada nas duas turmas, a necessidade por parte do aluno de um professor transmitindo uma informação pronta e verdadeira para que ele faça uso da mesma. Essa resposta nos revela a escolha por uma aprendizagem por transmissão onde o aluno recebe os conceitos do professor que já os tem elaborado. O aluno deposita no professor uma confiança, essa confiança o isenta de fazer relações, comparações para se apropriar de uma nova informação, uma vez que o professor já a tem e transmite ao aluno. Essas respostas nos evidenciam a dificuldade de abstração desses alunos, que certamente tiveram no Ensino Médio um ensino memorístico, não realizando exercícios para desenvolvimento desta habilidade. Em entrevista realizada com o professor que ministrou o curso de Físico-Química para esses alunos, o mesmo relatou que suas aulas a respeito de entalpia, entropia e energia livre foram expositivas e permeadas com exemplos específicos da área da saúde. Dessa forma, o professor procurava contextualizar as aulas com a prática profissional desses alunos.

As figuras 4 e 5 apresentam o julgamento que os alunos fazem sobre a analogia utilizada.

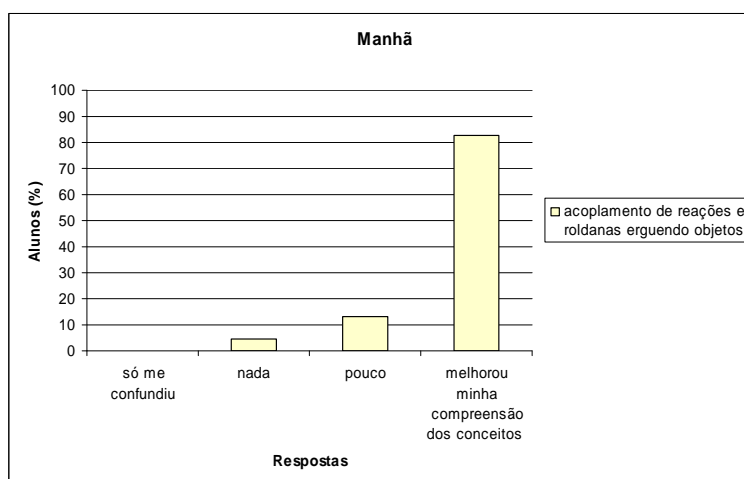


Figura 4 - distribuição das respostas – apreciação final - manhã: Quanto a analogia ajudou você a aprender o conceito estudado.

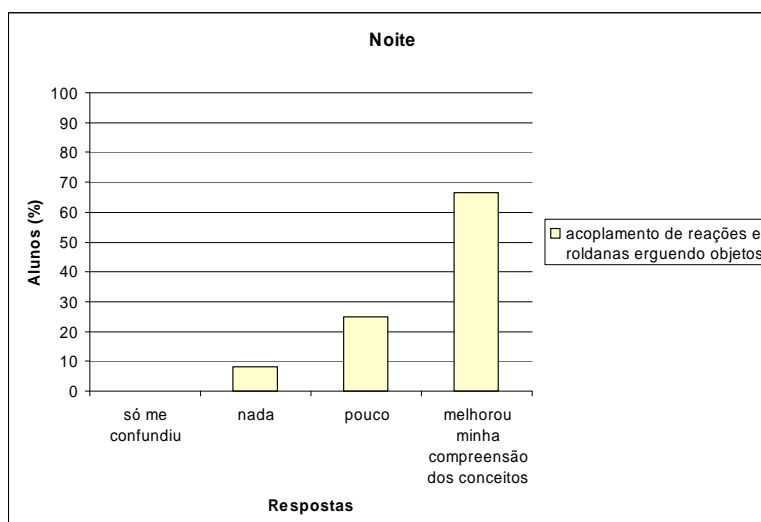


Figura 5 - distribuição das respostas – apreciação final - noite: Quanto a analogia ajudou você a aprender o conceito estudado.

Constata-se por essas respostas uma apreciação positiva dos alunos com relação à analogia empregada. Acredita-se que essa apreciação positiva deve-se ao fato de que quando começamos a ensinar o conceito abstrato, estratégia de acoplamento de reações, para os quais os alunos têm dificuldade de abstração, o uso de uma situação concreta familiar, presente na sua estrutura cognitiva encorajou-os a iniciar a pensar em tais conceitos. A presença de uma situação real pode ser a facilitadora para o processo de abstração, a partir do momento em que o aluno se apóia na informação familiar para começar a fazer as relações necessárias com o objetivo de se apropriar do conceito em questão. Esses alunos apresentam maior facilidade em observar e descrever as situações perceptíveis aos órgãos dos sentidos, dessa forma, é natural que aprovelem uma estratégia que os coloquem diante de um fenômeno abstrato e outro concreto para relacionarem e serem

conduzidos a uma possível aprendizagem. Ao longo desse caminho, há riscos de se gerarem obstáculos ao aprendizado, se esses alunos se acomodarem nas generalizações das comparações, sem a devida seleção do que é de fato relacionável entre a informação familiar e a nova.

Conclusões

A partir dessas considerações conclui-se que a analogia utilizada pode tornar o conhecimento científico mais inteligível e plausível facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstratos. Tal analogia desempenha o papel de motivadora do processo de aprendizagem, uma vez que os alunos têm nelas um ponto de partida para se aproximarem da nova informação, estratégia de acoplamento para a transferência de energia. Quando se fala em motivadora, entende-se uma referência concreta, uma experiência vivida, para iniciar o exercício da abstração. Portanto o uso da analogia pode ser útil para o aluno reconstruir seu entendimento desde uma visão fenomenológica até a visão microscópica, promovendo dessa forma a alfabetização científica.

Referências

- Cachapuz, A. (Linguagem metafórica e o ensino de ciências). *Revista Portuguesa de Educação*. 1989, v. 2, n.3, p 117-119.
- Duit, R. (On the role of analogies and metaphors in learning science). *Science Education*. 1991, v. 75, n .6, p. 649-672.
- Glynn, S.; Britton, B.; Semrud-Clikman, M., Muth, K. *Analogical Reasoning and Problem Solving in Science Textbooks*. Em Glover, J., Ronning, R. & Reynolds, C. (Eds). *Handbook of Creativity*. New York: Plenum Press, p. 383-398. Disponível em http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/000019b/8/013/95/8b.pdf.> : Acesso em 4. jul. 2007.
- Leal, M. C.; Rocha, M.F.R. (*Educação química no Brasil: Memórias, Políticas e Tendências*). Organizadoras: Maria Inês Petrucci Rosa e Adriana Vitorino Rossi. Ed.: Átomo, Campinas, 2008; 288 p.
- Mortimer, E. F.; Machado, A. H. *Química para o ensino médio*. Ed.:Scipione, São Paulo, 2003; 398 p.
- Raviolo, A.; Garritz, A. (*Analogias no ensino do equilíbrio químico*). *Química Nova na Escola*. 2008, n. 27, p. 13-24.
- Santos, W. T. *Analogias e metáforas: pontes para o conhecimento*. Disponível em: <<http://www.compuland.com.br/Wayne>>. Acesso em: 12 set. 2007.
- Wartha, E. J.; Faljoni-Alário, A. (*A contextualização no ensino de química através do livro didático*). *Química Nova na Escola*. 1995, n. 22, p. 42-47.