

COMPREENSÃO CONCEITUAL VERSUS RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NUMÉRICOS: EVIDÊNCIAS LEVANTADAS DE UM QUESTIONÁRIO DE QUÍMICA

CONCEPTUAL UNDERSTANDING VERSUS SOLVING NUMERIC PROBLEMS: LIFTED UP EVIDENCES OF A QUESTIONNAIRE OF CHEMISTRY

Alessandro Afonso da Silva¹, Sônia Regina Giancoli Barreto²

¹Universidade Estadual de Londrina/Departamento de Química/Curso de Especialização em Química do Cotidiano na Escola, afonso0077@ibestvip.com.br

²Universidade Estadual de Londrina/Departamento de Química/Centro de Ciências Exatas, giancoli@uel.br

Resumo

A maneira como o estudante adquire o conhecimento é fundamental para o sucesso na resolução de problemas. O presente estudo investigou a relação entre resolver problemas numéricos e apresentar entendimento conceitual. Foram examinados 27 estudantes da 3ª série do ensino médio, e 43 e 101 estudantes dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química respectivamente. Foi aplicado um questionário com oito problemas de múltipla escolha de cinco conteúdos. Para cada conteúdo foi proposto um problema conceitual e um numérico. Os resultados mostraram que há diferença no desempenho dos estudantes em resolver problemas numéricos e conceituais. Os problemas numéricos obtiveram maior porcentagem de acerto, 68%, demonstrando que os estudantes possuem habilidade para manipular valores numéricos, porém muitos destes apresentam dificuldades na compreensão dos conceitos químicos, sendo que 43% acertaram os problemas conceituais. Os resultados confirmam que a habilidade dos estudantes em resolver um problema numérico não garante o entendimento conceitual.

Palavras-chaves: problema, conceitual, numérico, química

Abstract

The way how the student acquires knowledge is fundamental to his success solving problems. The present study investigated the relationship between solving a numeric and conceptual problem. On this study were appraised 27 private High School students of Londrina (Pr), 43 Chemistry undergraduate students (bachelor) and another 101 Chemistry undergraduated students (teaching course) of Londrina State University. A questionnaire was applied with 8 problems of multiple choices with five content. For each content was proposed a conceptual problem and a numeric problem. Results showed that there are differences on students' acting in solving numeric problems and conceptual problems. Numeric problems scored a larger percentage of success about 67% and conceptual problems scored percentage of success about 43%. It demonstrates that the investigated students have good ability to manipulate numeric values, however many students have difficulties in understanding Chemical concepts that are involved in proposed problems.

Keywords: problem, conceptual, numeric, chemistry.

INTRODUÇÃO

O ensino baseado na solução de problemas tem como finalidade maior promover nos estudantes o domínio de habilidades e estratégias que lhes permitam dar respostas a situações variáveis e diferentes. Como consequência estes estudantes encontram as respostas que necessitam por si mesmos, sem ficar dependente do professor ou do livro-texto.

Existe uma aceitação que o conhecimento é libertador das potencialidades das pessoas. O conhecimento faz com que o homem interaja melhor com seu ambiente e com seus semelhantes, tornando-o capaz de captar e apreender outras circunstâncias de conhecimento assemelhado e de se apropriar da informação, transformando-a em conhecimento (Tavares, 2004).

A maneira como o estudante adquire o conhecimento é fundamental para que ele tenha sucesso na resolução de problemas. Os educadores e livros didáticos contribuem diretamente na construção do conhecimento dos estudantes, tendo assim responsabilidades em como os conceitos serão ministrados. Em estudos realizados na solução de problemas em química mostraram que os estudantes possuem dificuldade para resolver problemas conceituais (Nurrenbern e Pickering, 1987; Sawrey, 1990; Nakhleh, 1993; Chiu, 2001). O uso excessivo de problemas numéricos em sala de aula, por parte dos educadores e livros didáticos contribuem para estes resultados. Para um melhor entendimento conceitual por parte dos estudantes é necessário que os educadores priorizem a aprendizagem de conceitos.

De acordo com Falkembach e Araújo (2004) um verdadeiro problema é definido como “uma situação que é nova para o sujeito que vai resolvê-la, enquanto que, exercícios é o uso de alguma habilidade ou conhecimento já conhecido pelo sujeito”. A resolução de problemas envolve a compreensão da tarefa e a estratégia de solução para os quais os estudantes usam os esquemas mentais para chegar à solução. Ao resolver um problema, o estudante elabora procedimentos de solução, compara os resultados obtidos a outros possíveis e valida os procedimentos utilizados, representando mentalmente situações, formulando hipóteses, operando sobre determinadas situações e transformando-as.

Os problemas numéricos ou quantitativos estão mais ligados à manipulação de valores numéricos. A estratégia de resolução para estes problemas baseia-se no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de equações algébricas. Estudos na área de resolução de problema demonstram que há um número grande de estudantes que tem capacidade e habilidades para estudar química, mas faltam a eles habilidades de usar ou memorizar as equações algébricas para resolver problemas (Chiu, 2001). Nakhleh (1993) classificou estes estudantes como “estudantes de segunda classe”, sendo a matemática um limitador destes estudantes que poderiam ser encarados com potencial para as disciplinas científicas.

Nurrenbern e Pickering (1987) mostraram em seus estudos, que a maioria dos estudantes pode resolver um problema numérico, mas falta, para um número grande deles, conhecimento e compreensão de conceitos químicos necessários para resolver problemas conceituais.

Na maior parte dos problemas de Química que são aplicados em salas de aula, os problemas quantitativos são os mais requisitados, havendo até mesmo uso excessivo por parte de muitos educadores. A grande maioria dos livros didáticos e educadores de química têm utilizado um enfoque especial em problemas quantitativos, deixando assim a parte qualitativa em segundo plano. Essa realidade faz com que o estudante se limite a repetir inúmeras vezes determinados algoritmos. Os educadores precisam incorporar estratégias pedagógicas em suas lições que dêem maior ênfase a conceitos relevantes e que também reduzam o desenvolvimento de atividades numéricas em salas de aula. Nurrenbern e Pickering (1987) declaram que os educadores de química precisam lembrar que o sucesso na resolução de problemas numéricos não é equivalente ao entendimento sobre a natureza de assunto.

O uso dos problemas numéricos ajuda o estudante a compreender os conceitos científicos por meio da aplicação de determinadas grandezas aos cálculos; permite aprendizagem de habilidades, técnicas e algoritmos básicos para a aplicação da ciência a problemas concretos e o familiariza com a importância das medidas, da precisão, das grandezas e das unidades utilizadas

para medi-las. A quantificação permite estabelecer relações simples entre as diversas grandezas científicas, o que facilita a compreensão das leis da natureza (Pozo, 1998).

Os problemas que avaliam apenas as habilidades dos estudantes com teorema Químico-Matemático não garantem que estes estudantes tenham também habilidades sobre o conceito envolvido no problema. Estudos realizados com alguns estudantes universitários dos Estados Unidos comprovaram que eles tinham maior habilidade para resolver problemas com equações algébricas, mas tinham entendimento limitado sobre os conceitos químicos que envolviam aquele problema (Nakhleh, 1993).

Estudantes apresentam dificuldade em compreender conceitos químicos e científicos relevantes do currículo escolar. Um dos fatores que pode ajudar a minimizar esta constatação consiste em utilizar problemas conceituais com mais frequência em sala de aula. Uma maior dedicação à resolução de problemas conceituais proporciona uma melhor compreensão de situações científicas e cotidianas, a partir dos conceitos químicos que são investigados em sala de aula, habilitam a aplicação da aprendizagem às novas situações e realça os pensamentos críticos dos estudantes, aumentando seu entusiasmo pela ciência (Pozo, 1998). O uso de problemas conceituais pode ajudar os estudantes a obter uma experiência de aprendizagem mais profunda, pois requer dele uma resposta melhor que simplesmente recordar algo ou ativar um algoritmo (<http://jchemed.chem.wisc.edu>). A resolução de problemas conceituais requer estratégias diferentes das que são utilizadas em problemas numéricos. Ao invés de tomar como ponto de partida um teorema ou axioma e aplicar uma série de regras, automatizadas por repetição, o estudante deve recorrer a um raciocínio hipotético-dedutivo que lhe permita formular e comprovar hipóteses explicativas. A compreensão de conceitos ajuda o estudante a resolver problemas desenvolvendo uma representação significativa do problema e também estreitando a procura por soluções do problema (Chiu, 2001). Problemas conceituais são aqueles que os estudantes resolvem através de raciocínios teóricos, baseados nos seus conhecimentos, sem necessidade de apoiar-se em cálculos numéricos (<http://jchemed.chem.wisc.edu>). São problemas nos quais é preciso explicar um fato, analisar situações cotidianas e científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais ou modelos conceituais proporcionado pela ciência (Pozo, 1998).

A grande maioria dos educadores de química concentra a aprendizagem de química ao nível simbólico, negligenciando desta forma os outros dois aspectos (nível macroscópico e microscópico). Quando o educador trabalha com os três níveis de representações químicas intercalados em um conteúdo a ser ensinado, a aprendizagem do estudante se torna mais sólida e eficaz e as informações que ele recebe “permanecem a longo prazo em sua memória” (Lee, 1996).

Algumas pesquisas mais recentes, que abordam a resolução de problemas, enfatizam a comparação entre sujeitos especialistas e principiantes. Estas pesquisas procuram esclarecer como a experiência e os conhecimentos específicos afetam a resolução de um problema. A eficiência na resolução de problemas depende muito da disponibilidade e da ativação de conhecimentos conceituais adequados. Uma boa perícia implica uma utilização ideal dos recursos cognitivos disponíveis na própria área de especialidade. Para que ocorra uma boa perícia é necessário que o estudante tenha uma estrutura cognitiva bem organizada e amparada em conceitos, possibilitando assim uma alta qualidade de concepção do problema permitindo ao aluno identificar com maior facilidade a que tipo de assunto o problema está se referindo e os recursos que ele irá precisar para resolver o problema (Pozo, 1998). Os especialistas por terem uma estrutura cognitiva organizada costumam investir menor tempo na resolução de um problema, já que os conhecimentos prévios disponíveis lhes permitem reconhecer com facilidade os atributos essenciais do problema e aplicar procedimentos de solução adequados. Estudantes principiantes tendem a resolver problemas utilizando técnicas matemáticas em lugar de usar habilidade de raciocínio. Nakhleh (1993) mostrou que os principiantes normalmente têm mais

sucesso na resolução de problema numérico do que em problema conceitual. A diferença em conhecimentos específicos de especialistas e principiantes não se dá apenas pelo aumento quantitativo da informação específica disponível na memória, mas também a uma reestruturação dessa informação que dá origem a estrutura conceitual nova e mais eficaz (Pozo, 1998).

O presente estudo tem como objetivos avaliar a habilidade dos estudantes de vários níveis de escolaridade em resolver problemas conceituais e numéricos e comparar o desempenho entre sujeitos especialistas e principiantes.

METODOLOGIA

Os estudantes avaliados neste estudo são mostrados na Tabela 1. Os estudantes do ensino médio e do ensino superior são de um colégio da rede privada da cidade de Londrina e da Universidade Estadual de Londrina respectivamente.

Tabela 1: Cursos, séries, períodos e o número de estudantes que responderam o questionário.

Curso	Série	Período	Número de estudantes
Ensino Médio	3ª	matutino	27
Bacharelado em Química	1ª	integral	43
Licenciatura em Química	1ª	noturno	54
	2ª	noturno	17
	3ª	noturno	19
	4ª	noturno	11

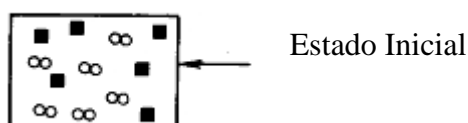
O questionário utilizado neste estudo está descrito a seguir. Este material foi elaborado com oito problemas de múltipla escolha e aborda os conteúdos de estequiometria, reagente limitante, gases e equilíbrio químico.

Questionário:

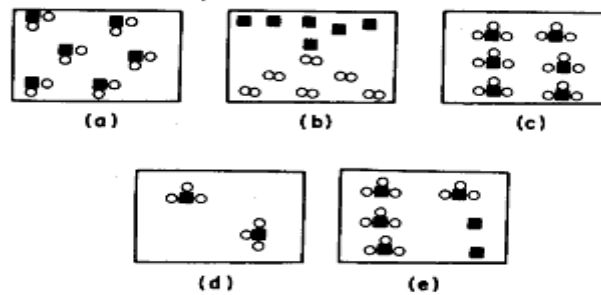
1- Considere a reação representada pela equação química: $2 S + 3 O_2 \rightarrow 2 SO_3$. Calcule a massa que pode ser produzida a partir de 1,8 mol de oxigênio com excesso de enxofre. Dados. Massas molares (g/mol): O = 16; S = 32.

- a) 96,0 g b) 80,0 g c) 134,4 g d) 160,0 g e) 130,0 g

2- A equação para a reação é: $2 S + 3 O_2 \rightarrow 2 SO_3$. Considere a mistura de S (■) e O_2 (○○) em um recipiente fechado conforme ilustrado abaixo:



Qual a alternativa que representa o recipiente após o término da reação?



3- A equação da reação de obtenção da água a partir dos gases hidrogênio e oxigênio é representada por: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$. Ao misturar 2 mol de H_2 com 2 mol de O_2 , identifique o reagente limitante e quantos mols desta substância ficaram sem reagir após a reação ter sido completada?

	Reagente limitante	Reagente que não reagiu
a)	O_2	1 mol O_2
b)	O_2	1 mol H_2
c)	H_2	1 mol O_2
d)	H_2	1 mol H_2
e)	A reação não ocorre, pois não está balanceada com 2 mol de H_2 e 2 mol de O_2 .	

4- A reação do elemento X (\square) com o elemento Y (\circ) é representada no diagrama abaixo:



Qual equação descreve esta reação?

- a) $3\text{X} + 8\text{Y} \rightarrow \text{X}_3\text{Y}_6 + 2\text{Y}$ b) $3\text{X} + 8\text{Y} \rightarrow \text{X}_3\text{Y}_8$ c) $\text{X} + 2\text{Y} \rightarrow \text{XY}_2$
 d) $3\text{X} + 8\text{Y} \rightarrow 3\text{XY}_3 + 2\text{Y}$ e) $\text{X} + 4\text{Y} \rightarrow \text{XY}_2$

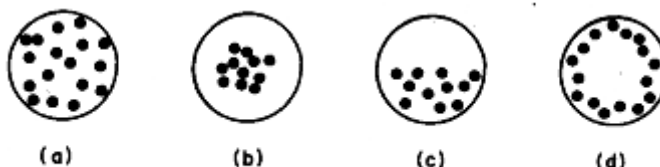
5- Em um recipiente fechado 0,100 mol de gás hidrogênio ocupa 600 mL a 25°C e 4,08 atm. Se o volume for mantido constante, qual será a pressão da amostra do gás a -5°C ?

- a) 4,54 atm b) 3,67 atm c) 6,00 atm d) 2,98 atm e) 4,08 atm

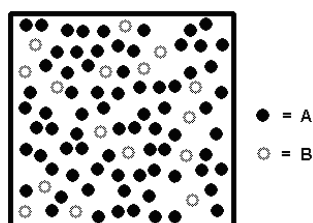
6- O diagrama representa uma área seccionada de um tanque de aço lacrado contendo gás hidrogênio a 20°C e 3 atm de pressão. Os pontos representam a distribuição de todas as moléculas de hidrogênio no tanque.



Qual dos seguintes diagramas ilustra uma distribuição provável das moléculas do gás hidrogênio no tanque de aço lacrado se a temperatura for diminuída para $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$? O ponto de ebulição de hidrogênio é $-252,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.



7- A figura representa uma mistura em equilíbrio químico de duas combinações relacionadas pela reação $2\text{A} = \text{B}$.



Qual alternativa representa a verdadeira constante de equilíbrio (K) desta reação?

- a) $K > 1$ b) $K = 1$ c) $K < 1$ d) $K = 0$ e) $K < 0$

8- Em determinadas condições de temperatura e pressão, existe 2 mol/L de NO_2 em equilíbrio com $0,5\text{ mol/L}$ de N_2O_4 , segundo a equação $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$. Determine o valor de K para a reação.

- a) 8 b) 0,125 c) 4 d) 0,25 e) 2

Para resolver os problemas foi estipulado um tempo de 50 minutos. Equações algébricas ou informações que pudessem ajudar o estudante a resolver os problemas não foram fornecidas. O propósito do teste foi que eles respondessem as questões conforme o nível de conhecimento e raciocínio que eles tinham naquele momento. Os problemas de número 1 a 6 foram propostos em outros estudos. Os problemas 1, 2, 3, 4 e 6 foram adaptados do trabalho de Nurrenbern e Pickering (1987) e o problema 5 foi adaptado do trabalho de Nakhled (1993). Desta maneira foi possível comparar os resultados de nossos estudantes com outros que já participaram de trabalhos semelhantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPARAÇÃO ENTRE OS ESTUDANTES DAS 1ª SÉRIES DO NÍVEL SUPERIOR

A Figura 1 mostra a porcentagem de acertos dos estudantes da 1ª série dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química e estudantes da 3ª série do Ensino Médio. Comparando os resultados das 1ª séries, verifica-se maior porcentagem de acertos para os estudantes do bacharelado em todas as questões. Para estes estudantes, os problemas numéricos 1, 3 e 5 apresentaram porcentagem de acerto acima de 85%, enquanto para os estudantes da licenciatura a porcentagem de acerto não ultrapassou 61%. O problema com maior porcentagem de acertos foi o número 5, seguido dos números 1 e 3.

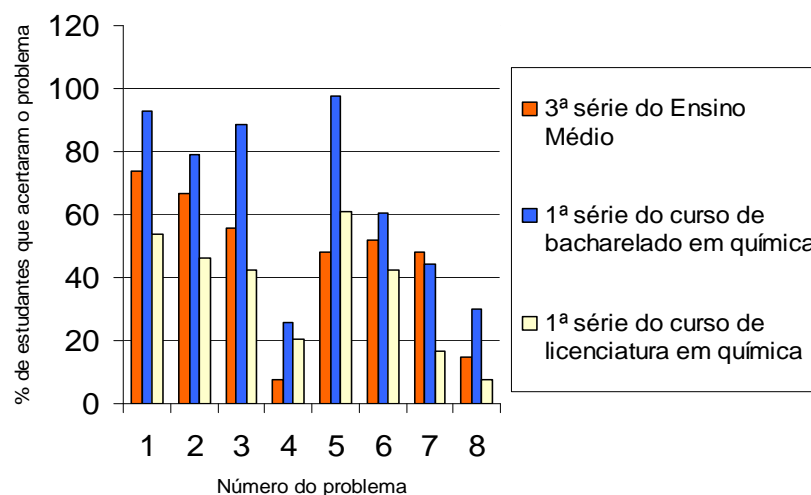


Figura 1: Comparação do número de acertos dos problemas entre os estudantes do ensino médio, 1ª série do curso bacharelado (integral) e 1ª série licenciatura (noturno).

O problema 5 apresentou maior porcentagem de acertos, provavelmente por necessitar somente de uma equação algébrica para resolvê-lo. Os problemas 1 e 3 apesar das características numéricas, necessitavam para as resoluções de um raciocínio proporcional (regra de três) no lugar de uma equação algébrica como no problema 5. Este fato pode estar relacionado com a menor porcentagem de acertos.

O problema 8, embora seja numérico com aplicação de equação algébrica, foi o problema que apresentou menor porcentagem de acerto, sendo 7,4 e 30,2% para os cursos de licenciatura e bacharelado respectivamente. Este comportamento pode ser atribuído ao fato do conteúdo equilíbrio químico não ter sido ministrado até a data de aplicação do questionário. Pelos cálculos apresentados pelos estudantes pode-se perceber que muitos tinham idéia deste conteúdo, porém inverteram o numerador com o denominador, não elevaram as concentrações corretamente com os coeficientes estequiométricos da equação química e outros deixaram o problema em branco, citando que não lembravam da equação algébrica (“fórmula”).

Os problemas conceituais apresentaram menor porcentagem de acertos quando comparados aos problemas numéricos para ambos os cursos. Os problemas conceituais 2 e 6 apresentaram 45 e 80% e 45 e 60% para os cursos de Licenciatura e Bacharelado respectivamente. Comparando o problema 1 (numérico) com o problema 2 (conceitual) observa-se que nos dois casos o enfoque é o mesmo (cálculo proporcional), somente que os dados do problema 2 foram fornecidos na forma de diagrama de partículas enquanto no problema 1 na forma numérica. Para os alunos da licenciatura a porcentagem de acerto para os dois problemas foi semelhante, cerca de 50%, enquanto para os estudantes do bacharelado ocorreu diminuição de 13% de acerto do problema 1 para o 2. Isto mostrou que os estudantes da 1ª série apresentaram dificuldade de interpretar diagramas, pois estes necessitam buscar em suas mentes

subsídios conceituais que nem sempre estão disponíveis. Yarroch (1985) entrevistou quatorze estudantes para investigar como eles fazem o balanceamento das equações químicas e como eles representam essas equações em forma de diagramas. O resultado encontrado foi que todos os estudantes fizeram o balanceamento das equações químicas corretamente, mas apenas cinco deles representaram corretamente as equações em forma de diagrama. O erro mais comum encontrado foi que os estudantes representaram, por exemplo, 3H_2 como OOOOOO em vez de OO OO OO, desta forma o que eles representaram foi H_6 , demonstrando assim uma visão totalmente equivocada dos conceitos envolvidos. Neste sentido defende-se a resolução satisfatória de problemas desafiando o estudante a se apropriar de dispositivos de pensamento da química, o que é observado em situações que os permitam correlacionar o fenômeno em sua dimensão simbólica com a representação simbólica e microscópica. Desta forma, parece bastante provável que a utilização de modelos, analogias e gráficos computacionais em situações estruturadas de ensino seja produtiva para os estudantes se apropriarem das formas de pensamento químico (Giordan e Góis, 2006).

A Figura 1 mostra que a porcentagem de acerto das questões 7 e 8 do conteúdo equilíbrio químico foi maior para o problema 7 caracterizado como conceitual do que para o problema numérico 8, diferentemente dos outros conteúdos.

Comparação entre os estudantes de níveis de escolaridades crescentes (1ª a 4ª séries)

As Figuras 2A e 2B mostram os resultados da porcentagem de acertos dos problemas numéricos dos estudantes das quatro séries do curso de Licenciatura. Na Figura 2A, os estudantes das 3ª e 4ª séries, classificados como especialistas apresentaram melhor desempenho que os estudantes da 2ª e 1ª séries, sendo estes, principalmente os da 1ª, classificados como principiantes. Como se esperava, os estudantes especialistas, por serem mais eficientes em certos parâmetros da solução de problemas principalmente pelos seus conhecimentos específicos, apresentaram maior aproveitamento na resolução de problemas numéricos. Ressaltando que este tipo de estudante, de acordo com Pozo (1998), destaca-se em relação aos estudantes principiantes, pela sua capacidade de concentração, lembrar de equações algébricas, reconhecer variáveis e manipular dados indicados no problema, que são requisitos importantes para a resolução de problemas numéricos. Comparando as Figuras 2A e 2B observa-se que o rendimento dos estudantes para a resolução de problemas conceituais diminuiu. Os estudantes da 3ª série passaram de 88 % de aproveitamento nos problemas numéricos para 40 % nos problemas conceituais. Pode-se observar que os estudantes das séries finais não se mostraram mais especialistas do que os estudantes das séries iniciais, que são classificados como principiantes, em relação à resolução de problemas conceituais. Este comportamento pode ser atribuído aos estudantes, que no decorrer do curso, não foram capazes ou não tiveram, por parte do sistema de ensino, estímulo para construir as suas estruturas cognitivas de forma organizada, que facilita a resolução de um problema conceitual, através do acionamento dos conhecimentos prévios disponíveis, que permite reconhecer com facilidade os atributos essenciais do problema e aplicar procedimentos de solução adequados.

Os resultados deste estudo destacam que a diferença em conhecimentos específicos de especialistas e principiantes não ocorre apenas pelo aumento quantitativo de informações na memória, mas através da reestruturação dessa informação, originando uma estrutura conceitual nova e mais eficaz.

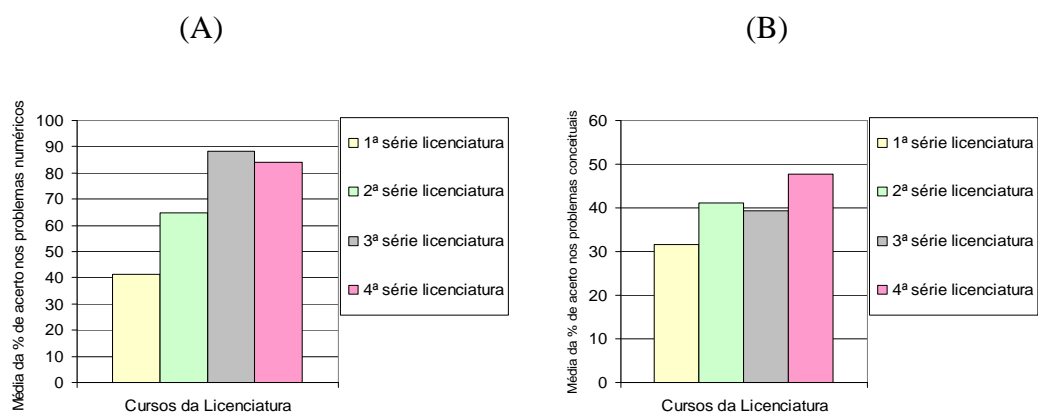


Figura 2: Desempenho do curso de licenciatura em Química nos problemas numéricos (A) e problemas conceituais (B)

A Figura 3 mostra a média da porcentagem de acertos dos estudantes avaliados. Os problemas 1 e 5 obtiveram a maior porcentagem de acerto, a média de acerto para os dois variou de 76,0 a 78,5%.

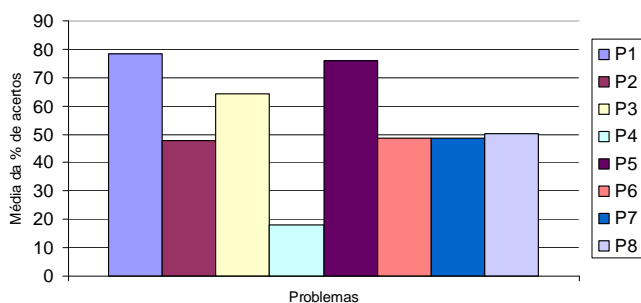


Figura 3: Média da porcentagem de acertos dos estudantes em cada problema

O problema 4 foi o que obteve a menor porcentagem de acerto em todas as séries, a média de acerto foi de apenas 18%. A maioria dos estudantes teve dificuldade em resolver este problema. Em relação ao número total de estudantes, 64% acertaram o problema 3 que é do tipo numérico e somente 18% responderam corretamente o problema conceitual 4. A alternativa de letra d foi respondida por 64,1% dos estudantes. Os resultados encontrados para o problema 4 foram similares aos obtidos por Sawrey (1990) e Nuremberg e Pickeing (1987). Sawrey encontrou que 11,5% responderam corretamente o problema conceitual 4 e 87% atribuíram a alternativa d como correta e 66,3% responderam corretamente ao problema numérico 3 para um número de 323 estudantes avaliados. Nuremberg e Pickeing (1987) avaliaram 400 estudantes e verificaram que somente 17,5% acertaram o problema 4 contra 41% do problema 3. Esta comparação mostra que os estudantes de uma maneira geral, de escolas distintas, em países e cidades diferentes, apresentaram as mesmas dificuldades de interpretação de representações de reações químicas envolvendo partículas, sendo atribuídas a deficiências conceituais.

A Tabela 2 apresenta a comparação dos resultados dos estudantes investigados neste trabalho com de outros pesquisadores, utilizando os mesmos problemas numéricos e conceituais. Dos estudantes avaliados, muitos foram classificados como baixo desempenho conceitual, pois não demonstraram entendimento dos conceitos químicos avaliados. Os resultados deste estudo foram muito semelhantes aos de outros pesquisadores.

Tabela 2: Comparação do desempenho dos estudantes investigados neste trabalho em resolução de problemas numérico e conceitual com de outras instituições de ensino superior. * Resultados encontrado neste trabalho.

Revisão bibliográfica	Número de estudantes	Problema Numérico (%)	Problema Conceitual (%)
Nurrenbern e Pickering (1987)	321	65,0	35,0
Nakhleh (1993)	1000	80,0	59,0
Nakhleh e Mitchell (1993)	60	85,0	48,3
Sawrey (1990)	323	76,9	21,3
Chiu (2001)	76	85,3	75,4
*Silva e Barreto (2006)	171	67,2	42,6

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo confirmaram os realizados por outros pesquisadores, que a habilidade que a maioria dos estudantes apresenta para resolver um problema numérico não garante entendimento da realidade conceitual e microscópica.

Os estudantes das séries finais não se mostraram mais especialistas do que os estudantes das séries iniciais em relação à resolução de problemas conceituais. Os estudantes durante o curso superior de Química não foram capazes ou não foram, por parte do sistema de ensino, estimulados em construir estruturas cognitivas organizadas, que facilitam na resolução de um problema conceitual, através do acionamento dos conhecimentos prévios disponíveis.

Os educadores devem prestar atenção simultaneamente na natureza quantitativa e qualitativa de química de forma que os estudantes compreendam ambos.

REFERÊNCIAS

CHIU, M. H. "Algorithmic problem solving and conceptual understanding of chemistry by students at a local high school in Taiwan". Proceedings of the National Science Council, **11** (2001) 20-38.

FALKEMBACH, G. A. M. ; ARAÚJO, F. V. de . "Ensino de algoritmos utilizando a estratégia ascendente de resolução de problemas com o apoio do ambiente A4. In: VII Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, 2004, México.

Giordan, M; Góis, J. " Telemática educacional e ensino de química: Considerações em torno do desenvolvimento de um construtor de objetos moleculares". Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa, **3** (2006) 41-59.

<http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEDLib/QBank/colletion/CQandChP/CQs/WhatAreCQs.html>, acessado em agosto de 2006.

LEE, K.W.L. "Diagrammatic Representation of Particles of A Chemical Reaction:Tertiary Teachers' and Pre-service Teachers' Views" (1993). Paper presented at the Joint Conference of the Educational Research Association, Singapore, and Australian Association for Research in Education, 25-29 November, 1996.

NAKHLEH,M.B. "Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? Journal of Chemical Education, **70** (1993) 25-55.

NAKHLEH, M.B. & MITCHELL, R.C. "Concept learning versus problem solving: There is a difference". Journal of Chemical Education, **70** (1993) 190-192.

NURRENBERN, S.C. & PICKERING, M. "Concept learning versus problem solving: is there a difference?". *Journal of Chemical Education*, **64** (1987) 508-510.

POZO, J. I. *A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SAWREY, B.A. "Concept learning versus problem solving: Revisted". *Journal of Chemical Education*, **67** (1990) 253-254.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa**. *Revista Conceitos*, **10** (2004) 55-60.

YARROCH, W.L. Student understanding of chemical equation balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, **22** (1985) 449-459.