

Reações de oxidação-redução: Concepções conceituais de estudantes do nível médio

Oxidation-reduction reactions: The conceptual ideas of high school students

Sabrina Gabriela Klein

Universidade Federal de Santa Maria
sabrindaklein92@gmail.com

Mara Elisa Fortes Braibante

Universidade Federal de Santa Maria
maraefb@gmail.com

Resumo

As reações redox, fazem parte de uma importante classe das reações químicas, mas são consideradas difíceis de ensinar e aprender. Assim, o presente trabalho busca através da aplicação de um questionário investigar as concepções de estudantes de nível médio, a respeito do conteúdo curricular de oxidação-redução. O questionário foi estruturado com quatro questões, e a análise dos dados foi feita utilizando a metodologia da Análise Textual Discursiva, para cada questão foram criadas categorias e analisadas por meio de gráficos. Verificamos com isso, que existem muitas dificuldades na aprendizagem deste conteúdo. Pouquíssimos estudantes souberam responder as questões de forma correta, e quando a resposta estava de acordo era incompleta. A maioria dos alunos não sabe identificar as reações redox, e dizer corretamente qual espécie sofre oxidação e qual sofre redução. As confusões mais recorrentes foram as relações com oxidação e oxigênio e oxidação provocada pela ação da água.

Palavras chave: Oxidação-redução, concepções conceituais, ensino de Química.

Abstract

The redox reactions are part of an important class of chemical reactions, but these reactions are considered difficult to teach and learn. Thus, the present paper searches by means of applying a questionnaire to investigate the concepts of high school students, regarding the curriculum content of oxidation-reduction. The questionnaire was structured with four questions, and data analysis was done using the methodology of Textual Discourse Analysis, for each question was created categories and analyzed using graphs. We note with this, there are many difficulties in learning this content. Few students know how to answer the questions correctly, and when the answer was in agreement was incomplete. Most students can't identify redox reactions and correctly say which species suffers oxidation and which suffers reduction. Most frequent confusions were the relations with oxidation and oxygen and oxidation caused by the action of water.

Key words: Oxidation-Reduction, Conceptual ideas, Chemistry teaching

Introdução

Os processos de oxidação e redução fazem parte de uma das principais classes de reações Químicas, sendo bastante comuns no nosso cotidiano, pois, assim como Joesten e Wood (1996) relatam, nós vivemos em uma atmosfera oxidante. Ao ingerirmos um alimento, seus nutrientes sofrem diversas reações oxidativas pela ação do oxigênio. Além disso, as reações de oxidação-redução estão presentes em diversas situações fundamentais para o processo evolutivo da tecnologia e indispensáveis para a vida, como a produção de energia elétrica. Segundo Atkins e Jones (2006),

As reações redox formam a terceira das classes principais das reações químicas. Elas são extraordinariamente versáteis. Muitas reações comuns, como a combustão, a corrosão, a fotossíntese, o metabolismo dos alimentos e a extração de metais de minério, parecem completamente diferentes, mas ao examinarmos essas reações a nível molecular, sob a óptica de um químico, pode-se ver que elas são exemplos de um único tipo de processo (ATKINS; JONES, 2006, p. 92)

De Jong, Acampo e Verdonk (1995) descrevem que os professores percebem as reações redox como um dos temas mais difíceis de ensinar, e os alunos tem dificuldade de conceituar esse tipo de reações. Um dos problemas apontados é como explicar a transferência de elétrons de modo a permitir que os estudantes adotem o modelo de elétrons corretamente.

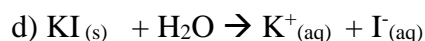
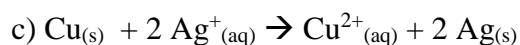
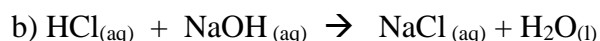
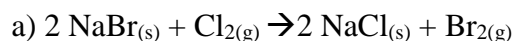
Assim, devido à importância desse conteúdo e por apresentar dificuldades de aprendizagem, nosso objetivo é investigar as concepções conceituais de estudantes do nível médio quando questionados sobre reações de oxidação-redução. Este trabalho faz parte de uma pesquisa de mestrado, na qual os resultados obtidos serão utilizados para elaboração de proposta diferenciadas para o ensino e aprendizagem do conteúdo de oxirredução.

Metodologia

Investigamos 58 estudantes, com idades entre 15 e 18 anos, da 3ª série do ensino médio de três escola públicas do município de Santa Maria, do turno da manhã e noite. Optamos pela 3ª série do ensino médio devido ao fato de, nesse nível, os estudantes já terem estudado as reações redox.

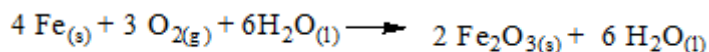
Com instrumento de coleta de dados para esta pesquisa, utilizamos um questionário investigativo, o qual era composto por uma questão de múltipla escolha e três questões objetivas. As questões foram estruturadas de forma aberta na tentativa de averiguar através das escritas dos estudantes, as formas com que estes entendem as reações redox. A seguir apresentamos as questões:

1) Das reações abaixo representadas, quais são reações de oxidação-redução? Como você chegou a esta conclusão?



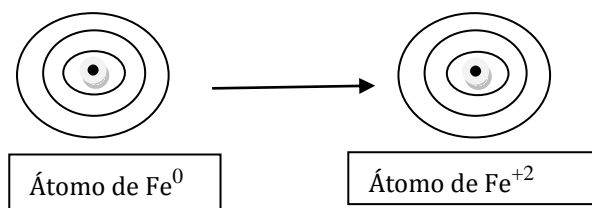
2) Falar em oxidação separadamente de redução é o mesmo que bater palma com uma mão só. O que você entende por essa afirmação?

3) A corrosão é a oxidação indesejada de um metal, ela diminui a vida útil de produtos de aço, como pontes e automóveis. A corrosão de um prego, por exemplo, é muito comum, e pode ser representada pela reação:



Indique qual espécie sofre oxidação, qual sofre redução. Como você chegou a essa conclusão?

4) Observe essa semi reação: $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$ e levando em consideração que o número de elétrons do átomo de ferro é 26, represente no esquema abaixo essa semi-reação:



Como forma de avaliar os resultados deste questionário, utilizamos a Análise Textual Discursiva. Esta metodologia de análise de dados, de acordo com Morais (2003), passa pelo processo, de *desmontagem de textos*, que implica em examinar em detalhes os materiais, fragmentando-os para atingir unidades de significados. Em seguida realiza-se o *estabelecimento de relações*, processo denominado de categorização, onde constrói-se relação entre as unidades base, e por fim *captando o novo emergente*, onde possibilita-se a emergência de uma compreensão renovada do todo.

Análise e discussão dos resultados

Para análise dos dados obtidos nesta pesquisa criamos categorias, de acordo com a análise textual discursiva (Morais, 2003). Para cada questão criamos de 3 a 6 categorias com o objetivo de facilitar a interpretação dos dados obtidos em cada questão. Para a questão 1, criamos quatro categorias: *Totalmente correto*, onde consideramos os estudantes que assinalaram as duas alternativas corretas, “a” e “c”; *Parcialmente correto*, onde consideramos o número de alunos que respondeu a alternativa correta “a” ou “c”; *Incorreto*, onde todas as alternativas assinaladas estão incorretas; e ainda a categoria *não respondeu*. Computamos os resultados graficamente, conforme Figura 1:

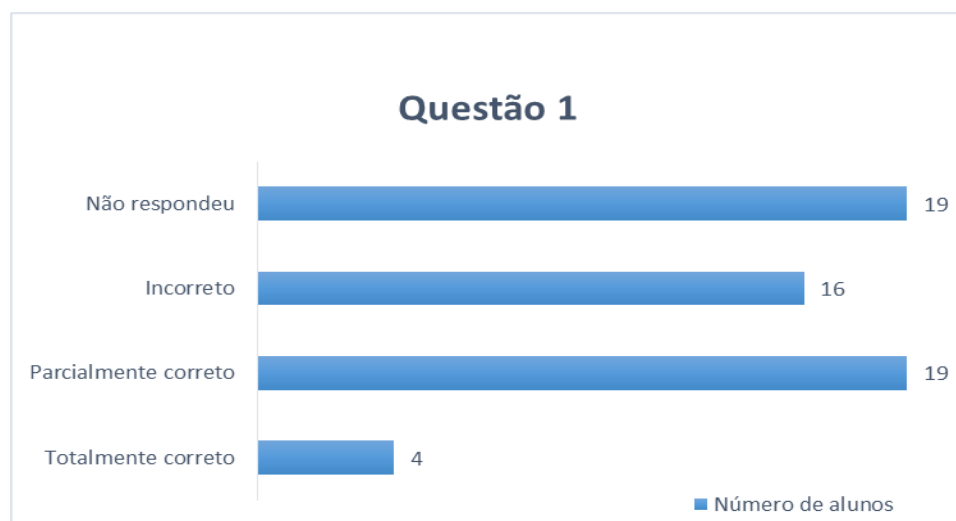


Figura 1: Análise gráfica da questão 1

Verificamos pela análise do gráfico que apenas quatro estudantes, dos 58, souberam asinalar as duas alternativas corretas, porém destacamos que destes, nenhum justificou as duas alternativas corretamente. Um não teve nenhuma justificativa, um justificou a alternativa “a” de forma errônea mas a “c” corretamente, e os demais justificaram apenas a alternativa “c”. Como podemos ver nas respostas abaixo:

Aluno 1: “Através do nox. Cl oxidou e o Br reduziu. Cu oxidou e a Ag reduziu.”

Aluno 56 e 57: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{+2}$ $2\text{Ag}^+ \rightarrow 2\text{Ag}$

Quanto a categoria parcialmente correta, dos dezenove, seis marcaram apenas “a” e treze apenas “c”. Destes, doze justificaram suas escolhas. Destacamos as falas dos estudantes:

Aluno 7: “Porque o Na oxida e o Br reduz.”

Aluno 3: “Cu reduz e a Ag oxida.”

Aluno 4, 5, 6: Cu oxida e a Ag reduz.

Aluno 2: “Porque o Cu com o Cu^{+2} oxidou, ele aumento de 0 para +2, e a Ag^{+1} com a Ag reduziu, perdeu e-.”

Note que um aluno justificou errado a escolha da alternativa “a” (Aluno 7), um justificou errado a alternativa “c” (Aluno 3), e apenas 5 justificaram a escolha pela letra “c” corretamente como demonstrado pelos alunos 4, 5 e 6. Também a justificativa do aluno 2, não está totalmente correta, pois ele diz que a prata reduziu e perdeu elétrons, quando na redução se ganha elétrons.

Quanto a categoria incorreto, muitos estudantes não justificaram, mas destacamos algumas falas que chamaram a atenção, como forma de identificar erros conceituais:

Aluno 24- “ a- redução, b-oxidação, c- redução, d- oxidação.”

Aluno 23 e 27- Alternativa b, porque existe o elemento água que pode ser corrosivo.

Aluno 38- “Alternativa b e d. OxiDAção dá elétrons + nox. REdução REcebe elétrons – nox.”

Aluno 36- “Alternativa b e d. Reação que contém água.”

Chamamos atenção para a resposta do aluno 38, ele demonstra uma relação entre os nome, de forma a lembrar que a oxidação doa elétrons e a redução recebe elétrons, mas não soube aplicar corretamente. Também destacamos que a molécula de água foi causadora de confusões.

Quanto a questão 2, criamos quatro categorias: *Oxidação e redução podem ocorrer separadamente*, com apenas um estudante; *Oxidação e redução dependem uma da outra*, onde 42 estudantes disseram de alguma forma que a oxidação não existe sem a redução; *Outras respostas*, onde 5 estudantes tiveram resposta que não contemplaram o que a questão estava questionando; E por fim, os que *não responderam*, totalizando 20 alunos.

Verificamos com esta questão que a maioria soube interpretar a analogia, como a incapacidade de uma oxidação ocorrer sem que uma redução também ocorra. Porém, em nenhuma resposta encontramos a explicação do porquê uma depende da outra. Como podemos ver em algumas respostas:

Aluno 7- “Porque só existe redução com oxidação complementando-a, porque as substâncias não agem sozinhas.”

Aluno 15- “Oxidação sem redução não é possível.”

Aluno 24- “Que não é possível falar de um sem falar da outra”

Aluno 51- “Entendo que não se pode existir oxidação sem redução, ou seja, a oxidação e a redução tem que ser estudados juntos.”

Aluno 4, 12, 13, 19, 26, 28, 3, 47, 54, 55, 56- Uma depende da outra.

Essa dificuldade em compreender a oxidação e a redução como reações complementares também foi demonstrada por De Jong e Treagust (2002 apud Österlund; Berg; Ekborg, 2010, p 117).

Para a questão 3, três categorias foram criadas, as mesma estão representadas no gráfico abaixo:

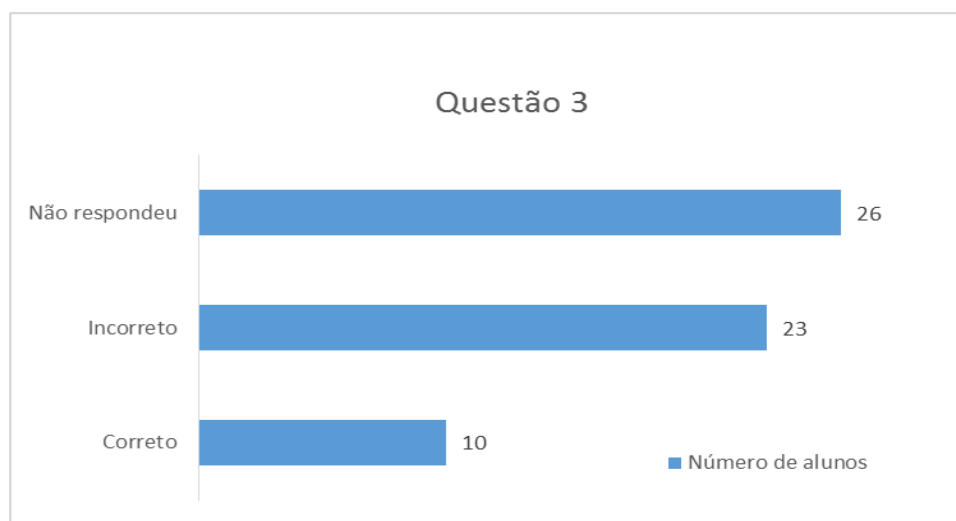


Figura 2: Análise gráfica da questão 3

Foram consideradas corretas as respostas que disseram que o Ferro sofreu oxidação e o oxigênio redução. Apenas 10 estudantes, responderam corretamente, destacamos que nenhum estudante demonstrou como chegou a esta conclusão, nenhum demonstrou a mudança de nox . Quanto as resposta incorretas, destacamos algumas respostas que chamaram a atenção, como por exemplo, 4 estudantes disseram que o ferro reduz e oxigênio oxida, o que talvez pode ocorrer pela palavra oxidação ser parecida com oxigênio. Três estudantes disseram que os reagentes reduzem e os produtos oxidam. Também chamou a atenção o fato de três estudantes demonstrarem a oxidação ou a redução em uma molécula toda, como por exemplo dizer que a molécula de Fe_2O_3 oxidou. Assim, percebemos a dificuldade dos estudantes em identificar a espécie oxidada e a espécie reduzida. Isso também foi identificado por De Jong e Treagust 2002 (apud Österlund; Berg; Ekborg, 2010, p.117) que demonstrou que os estudantes tem dificuldades em identificar os agentes oxidantes e redutores.

Finalizando, a questão 4, foi analisada através das categorias: *Representação correta*, onde consideramos os estudantes que representaram o modelo atômico de forma correta, distribuindo os 26 elétrons do átomo de ferro, pelas três camadas, sendo, 2 elétrons na primeira, 8 elétrons na segunda e 16 elétrons na terceira. Já para o átomo de Fe^{+2} , o qual perde dois elétrons, são 2 elétrons na primeira, 8 elétrons na segunda e 14 elétrons na terceira camada; *Correto sem representação*, para esta categoria consideramos os alunos que de alguma forma demonstram que houve uma perda de dois elétrons, mas não representou no modelo atômico. *Representação incorreta*, onde estudantes realizaram a representação porém

de forma incorreta; *Incorreto e sem representação*, para os alunos que não representaram e ainda deram outras respostas incorretas; *Outras respostas*, para aquelas resposta que não se encaixaram em nenhuma das categorias anteriores e por fim a categoria *não responderam*. Os resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico abaixo:

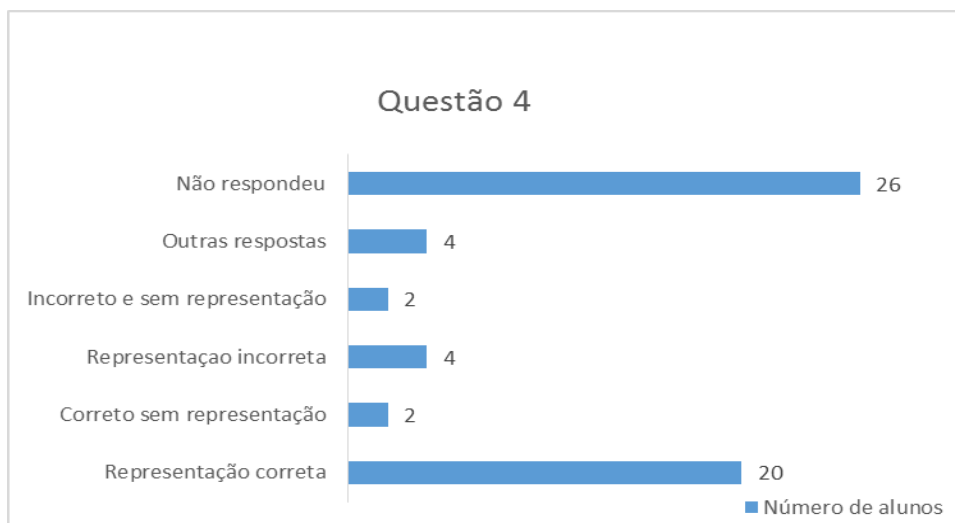


Figura 3: Análise gráfica da questão 4

Observando o gráfico podemos notar que dos 32 estudantes que responderam a questão, 22 souberam responder de forma correta, considerando as categorias, representação correta e correto sem representação. Verificamos que, os 20 estudantes que representaram corretamente são da mesma escola. Das outras escolas o número de respostas incorretas ou principalmente que não chegou a responder, foi elevado. Essa foi a única questão que teve uma discrepância nos resultados quando comparadas as escolas. Mostramos nas imagens abaixo, algumas da representação realizadas pelos estudantes:

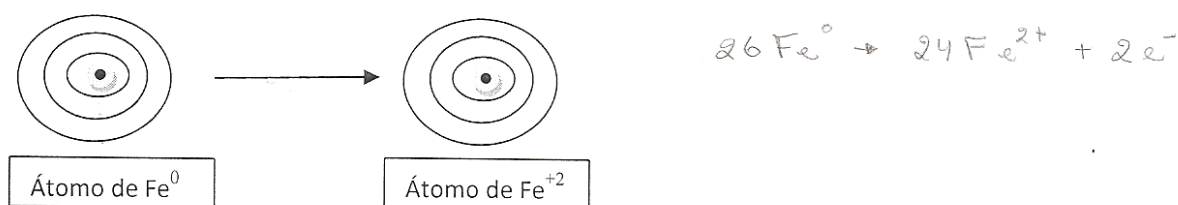


Figura 4: Resposta classificada como Correta sem representação

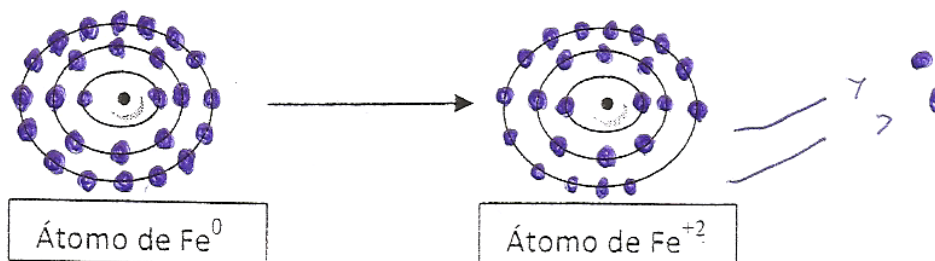


Figura 5: Resposta classificada como Representação correta

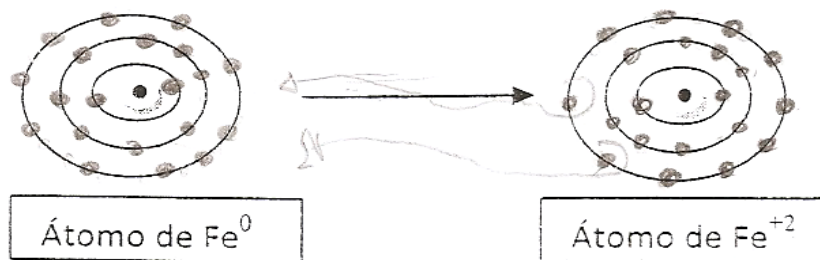


Figura 6: Resposta classificada como Representação incorreta

Essas dificuldades na aprendizagem do conteúdo encontradas em nossa pesquisa vem de encontro com algumas apresentadas por De Jong, Acampo e Verdonk (1995) onde em seus estudos verificaram que os principais conceitos e procedimentos relacionados com o conteúdo causadores de problemas são: Transferência de elétrons; Identificação de agentes redutores e oxidantes; Número de oxidação e seus valores; Balanceamento das equações redox; força relativa dos agentes oxidantes e redutores;

Além das dificuldades na aprendizagem, os mesmo autores investigaram professores e concluíram que as reações redox são difíceis também de ensinar, demonstrando que os maiores problemas estão na atividades de ensino utilizadas pelos professores, que não levam em consideração as necessidades dos estudante em entender novas concepções, causando dificuldades para os estudantes consideraram o conteúdo como uma nova concepção, plausível, coerente e de valor para eles.

Considerações finais

Através da aplicação deste questionário buscávamos investigar quais as principais confusões conceituais dos estudantes de nível médio a respeito do conteúdo curricular de oxirredução. Verificamos com a análise dos dados, um entendimento empobrecido desse conteúdo por parte dos estudantes. Poucos foram os estudantes que responderam as questões de forma correta, além de um número elevado de estudantes não ter respondido algumas das questão, principalmente justificando não lembrar do conteúdo.

A questão 1, possibilitou identificarmos que a maioria dos estudantes não sabe identificar as reações redox. Observamos que alternativa mais facilmente identificada, foi a que já demonstrava a variação de NOX. Com a questão 2, verificamos a falta de argumentos para explicar porque a redução e a oxidação não podem ocorrer separadamente. Os estudantes apenas souberam que uma depende da outra, pois interpretaram a analogia apresentada na questão.

A questão 3 demonstrou que os estudantes tem dificuldades em identificar a espécie que sofre redução e a espécie que sofre oxidação. E ainda demonstrou algumas relações confusas, como associar a palavra oxidação com oxigênio, ou água como causadora de oxidação. Por fim, com a questão 4 observamos que poucos sabem utilizar o modelo atômico corretamente para explicar a perda de elétrons, ainda que 22 estudantes tenham representado corretamente essa questão.

Desta forma, por acreditarmos que a oxirredução é muito importante para o entendimento de muitos processos químicos, destacamos que o ensino do conteúdo de oxirredução deve passar por reformulações, visto que mesmo com as pesquisa que investigaram as concepções dos estudantes nos anos 90 e 2000, nossa pesquisa revelou que as dificuldade persistem. Assim o

próximo passo de nossas pesquisas é propor uma maneira diferenciada de ensino deste conteúdo.

Agradecimentos e apoios

Agradeço a FAPERGS pela bolsa de mestrado.

Referências

ATKINS, P. JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

JOESTEN, M. D. WOOD, J. L. **Word of Chemistry**. 2 ed. EUA: Saunders College Publishing, 1996.

MORAIS, R. Uma tempestade de luz: a compressão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**. V. 9, n.2, 2013, p. 191-211.

DE JONG, O.; ACAMPO, J.; VERDONK, A.; Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. **Journal of Research in Science Teaching**. V. 33, N. 10., 1995, p. 1097-1110

ÖSTERLUNND, L. L.; BERG, A.; EKBORG, M. Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe?. **Chemistry Education Research and Practice**. v. 11, 2010, p. 182-192.