

ESTUDO SOBRE DIFICULDADES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO COM ESTEQUIOMETRIA

STUDY ON DIFFICULTIES OF PUPILS OF AVERAGE EDUCATION WITH STOICHIOMETRY

Karine Nantes da Silva Veronez¹
Maria Celina Recena Piazza²

¹UFMS/Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências/veronez@nin.ufms.br

²UFMS/Departamento de Química/mcrecena@nin.ufms.br

Resumo

Este trabalho apresenta resultados de um estudo, realizado com alunos de ensino médio, para identificar dificuldades na compreensão da estequiometria das transformações químicas a partir da interpretação de equações químicas. Um questionário abordando conceitos estabelecidos por um mapa conceitual, foi aplicado para identificar as dificuldades dos alunos. Conclui-se que os alunos efetuam o balanceamento de equações mas não compreendem a relação deste procedimento com a conservação das massas na transformação respectiva. Identificam o número de átomos de um elemento nas fórmulas químicas mas não as interpretam em nível microscópico. Apresentam dificuldade nos cálculos de proporções requeridos para a resolução de problemas envolvendo leis ponderais. A pesquisa apontou dificuldades que podem ser trabalhadas em intervenções didáticas e materiais instrucionais para abordagem do tema.

Palavras-chave: mapa conceitual, reações químicas, estequiometria

Abstract

This work presents the results of a study, carried out with high school students, with the objective of identifying the difficulties on the comprehension of the stoichiometry of chemical transformation through the interpretation of chemical equations.

A questionnaire approaching concepts established by a conceptual map, was applied to identify the difficulties of the students. The conclusion is that the students carry out a balancing of the equations but without the comprehension of the relation within this procedure and the mass conservation in the respective transformation. The students identified the number of atoms of an element in the chemical formulas but they did not interpret them in a microscopical level. They also show difficulties with the calculations of proportions required to the resolution of problems that involve ponderal laws. The research pointed out the difficulties that can be worked at didactic interventions and instructional materials to the approach of the theme.

Keywords: conceptual maps, chemical reactions, stoichiometry

INTRODUÇÃO

As transformações químicas estão presentes em nosso cotidiano e a compreensão dos diversos aspectos envolvidos nesses processos subsidia a tomada de decisão situações que requerem a intervenção crítica do cidadão, como a reciclagem do lixo doméstico ou a utilização dos diversos tipos de combustíveis automotivos.

Apesar da familiaridade com o tema, no âmbito do ensino de química nas escolas, percebe-se que os alunos parecem não conseguir ligar os conceitos que utilizam no cotidiano com os estudados na química. Rosa e Schenetzler (1996) e também Mortimer e Miranda (1995), baseando-se em diversas pesquisas, indicam que as idéias dos estudantes a respeito desse conceito estão muitas vezes distantes do conhecimento científico.

Rosa e Schenetzler (1996), a partir de revisão da literatura a respeito das concepções alternativas de alunos com relação ao conceito de transformações químicas, indicam principalmente os seguintes problemas: a concepção de continuidade da matéria constitui um obstáculo importante na construção do conceito; suas explicações concentram-se no nível macroscópico, isto é, no campo fenomenológico e a transferência de aspectos observáveis no nível macroscópico para o nível microscópico impede que construam modelos explicativos coerentes que se aproximem mais dos modelos científicos.

Sobre o mesmo tema, Mortimer e Miranda (1995), apontam a dificuldade dos estudantes com relação ao reconhecimento das entidades que se transformam e as que permanecem constantes; a tendência de suas explicações centrarem-se as mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias, sem fazer relações com as mudanças em nível atômico-molecular e a não transferência do raciocínio de conservação da massa para situações envolvendo reações químicas.

Este último problema pode estar associado às dificuldades dos alunos na interpretação da estequiometria das reações químicas, pois segundo Mortimer e Miranda (1995), “a dificuldade em perceber que as mudanças observadas nas transformações químicas são conseqüências de rearranjo dos átomos leva estudantes a não usarem o raciocínio de conservação de massa.” E, este é o aspecto fundamental para o entendimento do “balanceamento de equações químicas” e das relações estequiométricas das reações.

Os autores alertam para o fato do ensino de química privilegiar o uso de equações para a representação de reações químicas, ficando em segundo plano o estudo dos fenômenos envolvidos nas transformações químicas. E esta ênfase pode influenciar na manutenção de conceitos diferentes dos científicos, por parte dos alunos, que apresentam dificuldades em relacionar as transformações que ocorrem a nível fenomenológico com as explicações no nível atômico-molecular.

Considerando que as reações químicas são representadas por equações que envolvem uma linguagem própria da química, e que este aspecto é intensamente abordado no ensino de química nas escolas e nos livros didáticos, somam-se às dificuldades já apontadas, as inerentes ao processo de compreensão e tradução destes códigos específicos.

A abordagem do tema transformações químicas, envolve, aspectos que entrelaçam os três níveis de conhecimento da química propostos por Johstone (1982): descritivo e funcional (macroscópico) no qual se pode ver e manusear materiais, observar e descrever suas transformações; o nível simbólico (representacional) campo no qual representamos substâncias químicas por fórmulas e suas transformações por equações e o nível explicativo (microscópico) no qual invocamos átomos, moléculas, íons, etc. dando um quadro mental para racionalizar o nível descritivo.

Considerando esses diversos aspectos do tema, realizamos uma pesquisa com alunos do ensino médio com o objetivo de estudar suas dificuldades na aprendizagem das relações estequiométricas das transformações químicas a partir das equações químicas visando subsidiar intervenções didáticas para superá-las.

Embora sendo um enfoque parcial do tema, pois refere-se a interpretação a partir do nível simbólico desconsiderando sua relação com aspectos fenomenológicos ou microscópicos, consideramos importante pois é a abordagem enfatizada em salas de aula e livros didáticos.

O trabalho foi baseado na teoria da aprendizagem de David Ausubel, usando um mapa conceitual para análise de conceitos subsunçores e pré-requisitos dos alunos.

Segundo Ausubel apud Moreira (1982), a aprendizagem é um processo de armazenagem das informações em classes mais genéricas do conhecimento, que são incorporados no cérebro do indivíduo, podendo ser manipuladas e utilizadas no futuro.

A aprendizagem significativa se dá quando as novas idéias e/ou informações, que se apresentam em uma estrutura lógica, interagem com conceitos importantes e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo - conceitos subsunçores -, sendo assimiladas e contribuindo para uma experiência consciente, são relacionadas à estrutura cognitiva e nela incorporadas de forma organizada, numa hierarquia conceitual. Para Ausubel o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe.

Para tanto, o material a ser utilizado deve ser significativo para o aprendiz, relacionável com sua estrutura de conhecimento, e o mesmo deve manifestar uma disposição de relacionar o novo conhecimento com o já existente.

Quando há pouca ou nenhuma interação entre novas idéias e/ou informações e a estrutura cognitiva do indivíduo haverá uma aprendizagem mecânica, caracterizada pela armazenagem arbitrária do conhecimento na estrutura cognitiva, sem ligação com subsunçores.

Para evidenciar as relações entre conceitos pode-se utilizar um recurso gráfico – os mapas conceituais - que são uma representação esquemática bidimensional mostrando as relações significativas entre os conceitos.

Os mapas conceituais, conforme descrito por Novak (2003) são ferramentas gráficas para organizar e representar o conhecimento. Apresentam um conjunto de conceitos e o relacionamento entre eles, indicado por palavras ou frases. Os conceitos são regularidades percebidas em eventos ou objetos ou seus registros e são designados por palavras ou símbolos. O

conjunto de dois ou mais conceitos conectados e a expressão do seu relacionamento constituem uma unidade semântica e é considerada uma proposição.

Os conceitos são representados em uma forma hierárquica, partindo dos gerais, mais inclusivos, para os específicos. A estrutura hierárquica para um domínio particular do conhecimento depende também do contexto em que esse conhecimento está sendo aplicado ou considerado, por isso é interessante construí-los a partir de uma pergunta particular que pretendemos responder - pergunta do foco.

Os mapas conceituais podem apresentar ligações transversais, que são relacionamentos entre conceitos de domínios diferentes e finalmente indicar exemplos específicos dos eventos ou objetos, representados graficamente de maneira diferenciada dos conceitos.

Para Moreira e Buchweitz apud Moreira (1997) “O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação”

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Partindo de um mapa conceitual sobre transformações químicas, investigou-se a compreensão dos alunos, que já haviam discutido o tema no ensino formal, sobre os conceitos subsunçores necessários para compreensão da estequiometria das reações químicas, para subsidiar procedimentos didáticos no sentido de oportunizar a superação de dificuldades identificadas.

Elaborou-se o mapa conceitual a partir da pergunta foco: Como explicar as relações de massa nas transformações químicas a partir das equações que as representam? O conceito de transformação química foi considerado o mais abrangente, hierarquicamente representado no topo do mapa. Os demais conceitos relacionados referiram-se a abordagem simbólica por meio de equações químicas e a interpretação das mesmas; fórmulas químicas, em nível microscópico utilizando o modelo de Dalton e leis ponderais.

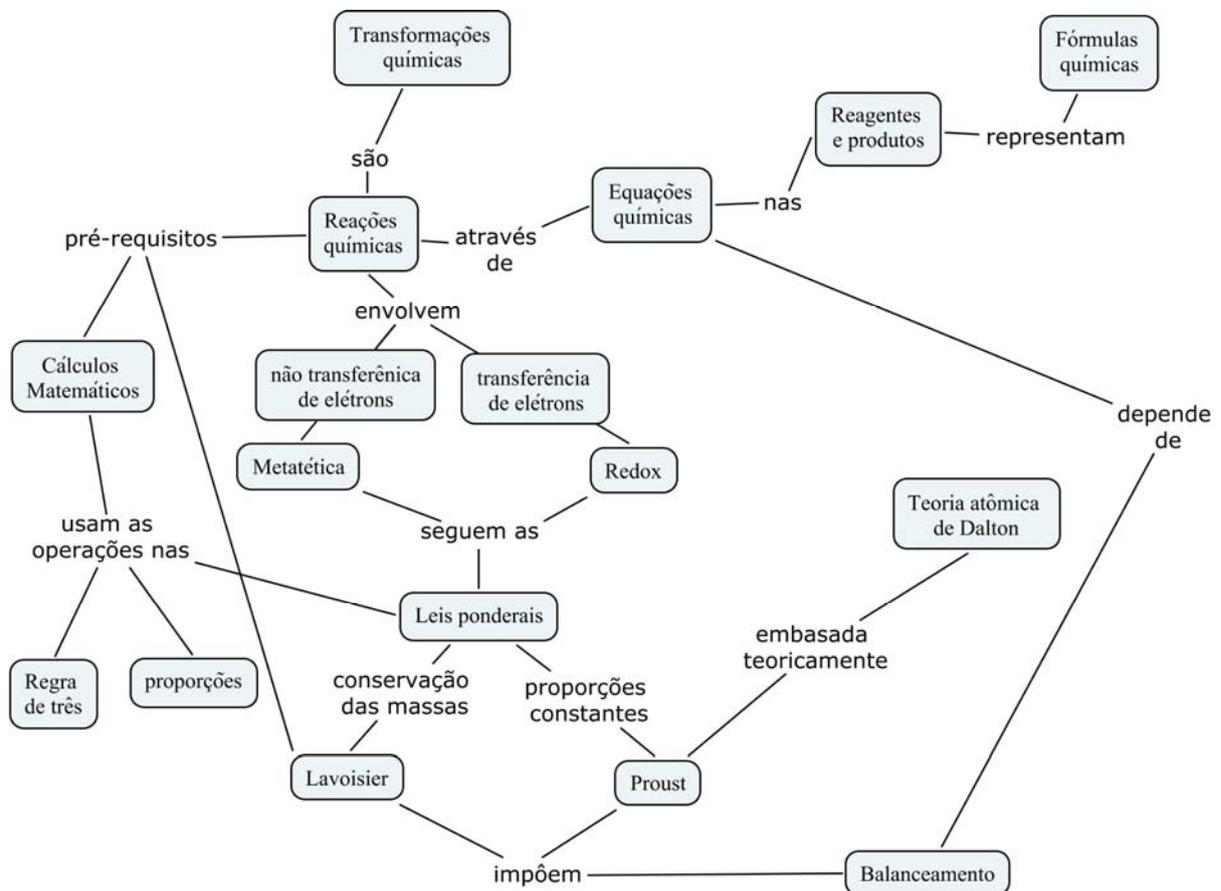


Figura 1: mapa conceitual

O mapa conceitual foi discutido com dois professores de química que atuam no ensino de graduação e pós-graduação da área.

Elaborou-se um questionário, com perguntas relativas a determinados conceitos apresentados no mapa conceitual. Foi realizado um estudo piloto, com 24 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública em Campo Grande – MS, para validação do questionário. Esse foi revisto e aplicado com 19 estudantes do 2º ano do ensino médio, do período matutino, de outra escola pública na mesma cidade, escolhidos de forma aleatória.

A tabela a seguir indica os conceitos abordados nas questões do questionário

Tabela 1: Conceitos abordados por questão do questionário.

Questões	Conceitos abordados
1a, 1b, 1c, 1d	Balanceamento de equações químicas.
2a	Fórmulas químicas (microscópico para representacional).
2b	Equações químicas.
3a	Lei da conservação de massa.
3b	Cálculo de proporções e Lei das proporções constantes.
3c	Fórmulas químicas (representacional para microscópico).
4	Cálculos de proporções e Lei das proporções constantes.
5	Lei da conservação das massas.

As respostas dos alunos foram analisadas e agrupadas nos seguintes tipos : correta (respostas corretas) , incorreta (não aplicaram o conceito abordado não chegaram a resposta da questão ou sequer tentaram responder) e não responderam.

Analisadas em conjunto, as questões em que o número de alunos que responderam corretamente foi igual ou inferior a 40% da turma, foram consideradas como indicadoras de dificuldades nos conceito abordado.

Embora as inter-relações entre os conceitos sejam individuais, o tratamento dado neste trabalho foi de análise global da turma verificando tendências, pois em sala de aula, devido às condições comumente encontradas nas escolas, a intervenção didática se desenvolve para o conjunto de alunos, dificilmente encontrando-se situações que permitam atendimentos individualizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são mostrados no quadro a seguir:

Tabela 2: Percentagem de alunos por tipo de resposta por questão

	1a	1b	1c	1d	2a	2b	3a	3b	3c	4	5
Correta	47,4	63,1	89,5	68,5	57,9	47,4	21,0	21,0	5,3	36,9	26,3
Incorreta	21,0	31,6	0,0	21,0	5,3	10,5	10,5	10,5	0,0	42,1	0,0
Não fizeram	31,6	5,3	10,5	10,5	10,5	15,8	52,7	68,5	84,2	21,0	73,7

Verificamos que as questões: terceira (itens a, b e c), quarta e quinta foram indicadoras de que os alunos apresentam dificuldades com relação aos conceitos de leis ponderais (conservação das massas, e proporções constantes) cálculo de matemáticos de proporções, e fórmulas químicas.

O maior índice de alunos que responderam corretamente foi obtido na primeira questão, envolvendo o balanceamento de equações químicas. Em média 67,1% dos alunos acertaram todos os itens. Este resultado demonstra que os alunos provavelmente acertam o balanceamento das equações por uma questão de observação do número de átomos de determinado elemento em cada lado da equação, mas não interpretam esta relação com a noção de conservação da massa visto que nas questões que envolviam estes conceitos a percentagem de alunos que responderam corretamente foi de 21,0% e 26,3%, respectivamente.

Também observamos que os alunos sabem interpretar a representação simbólica das fórmulas químicas necessária para a contagem de átomos dos elementos, evidenciada pelo acerto da primeira questão e segunda questão item a. Entretanto, os alunos não interpretaram o significado das fórmulas com clareza, pois na terceira questão item c, que envolvia interpretação de modelos de Dalton representando as substâncias, o número de respostas corretas foi de apenas 5,3 %.

Estes dados são coerentes com os encontrados em pesquisa desenvolvida por Finzi, Paiva e Faljoni-Alario (2005) que destacam a dificuldade de interpretação dos alunos participantes do estudo em transcrever o fenômeno da linguagem simbólica (equação química) para o modelo microscópico representado por círculos de papel.

O índice de respostas incorretas na quarta questão foi de 42,1%, o que mostra principalmente dificuldades em cálculos matemáticos, pois nenhum aluno fez cálculos para encontrar a resposta. Tendo em vista que era uma questão de múltipla escolha, muitos apenas marcaram uma opção.

Dificuldades com cálculos matemáticos também foram observadas na terceira questão itens a e b, 10,5% dos alunos responderam incorretamente e 52,7% e 68,5%, respectivamente, nem se quer tentaram fazer os cálculos.

O maior índice de alunos que não responderam as questões 73,7%, foi constatado na quinta questão, que não envolvia cálculo mas a interpretação do fenômeno. Esta questão foi proposta anteriormente por Andersson e Renstrom apud Rosa e Schnetzler (1998) a cerca de 2800 alunos, e cerca de 15% dos mesmos simplesmente responderam que o combustível desapareceu sem relacionar a reação química.

CONCLUSÃO

A utilização de um mapa conceitual para nortear a pesquisa sobre as dificuldades dos alunos foi produtiva, pois permitiu identificar conceitos subsunçores e pré-requisitos para o entendimento das leis ponderais envolvidas na estequiometria das transformações químicas indicando relações entre eles que podem não estar bem estabelecidas. Verificou-se que os alunos efetuam o balanceamento de equações, mas não compreendem a relação deste procedimento com a conservação das massas na transformação química. Identificam o número de átomos de um elemento nas fórmulas químicas, mas não as interpretam em nível microscópico. Apresentam dificuldade nos cálculos de proporções requeridos para a resolução de problemas envolvendo leis ponderais. Embora, limitados ao contexto da turma em que foi aplicada, a pesquisa apontou dificuldades que podem ser trabalhadas em intervenções didáticas e materiais instrucionais para abordagem do tema visando uma aprendizagem significativa.

Como fator de superação das dificuldades apontadas por esta pesquisa, sugere-se a elaboração de materiais didáticos sobre estequiometria das transformações químicas, utilizando tecnologias de informação e comunicação, especialmente hipertextos, organizados de acordo com uma hierarquia de conceitos coerentes para o tema. Este tipo de material didático poderá ser viabilizado para professores do ensino médio.

REFERÊNCIAS

FINZI, Sandra Noemi, PAIVA, Alfonso Gomes, FALJONI-ALARIO, Adelaide **Um estudo sobre as concepções de um grupo de estudantes a respeito de transformações químicas.** Atas do V ENPEC – Nº 5, 2005.

JOHNSTONE, Alex.H. **Macro and microchemistry.** The School Science review, v.64, n.227, p.377-379, 1982

MOREIRA, Marco Antônio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Disponível em < www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> Acesso em: 20/07/2007.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano; **Aprendizagem significativa : a teoria de David Ausubel.** São Paulo. Moraes, 1982.

MORTIMER, Eduardo Fleury e MIRANDA, Luciana Campo. Transformações – concepções de estudantes sobre reações químicas. Química Nova na Escola, N.2, novembro 1995.

NOVAK, Joseph Donald (2003) **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them** <<http://www.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/123456789/456/1/The+Theory+Underlying+Conceptual+Maps+and+How+Construct+them.htm>>. Acessado em 20/07/2007.

ROSA, Maria Inês de Freitas Petrucci S., Schnetzler, Roseli Pacheco. **Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico.** Química Nova na Escola. , n.8, novembro, 1998.