

REPRESENTAÇÕES ANALÓGICAS DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS PARA O CONCEITO DE AR ATMOSFÉRICO¹

ANALOGICAL REPRESENTATION OF STUDENTS OF THE YOUNG AND ADULTS EDUCATION FOR THE CONCEPT OF ATMOSPHERIC AIR.

[1] **Ronaldo Luiz Nagem**

[2] **Maria de Fátima Marcelos**, [3] **Flávia Alves Ramalho**.

[1] Coordenador do Grupo de Pesquisas em Analogias e Metáforas na Tecnologia, na Educação e na Ciência – AMTEC – do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. Em Estágio Científico Avançado de Pós – Doutorado no Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho – Braga – Portugal. nagem@twi.com.br

[2] Pesquisadora do Grupo de Pesquisas em Analogias e Metáforas na Tecnologia, na Educação e na Ciência – AMTEC, Mestre em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil. fatimamarcelos@gmail.com

[3] Membro do Grupo de Pesquisas em Analogias e Metáforas na Tecnologia, na Educação e na Ciência – AMTEC, Mestranda em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil. vinhalves@ig.com.br

Resumo

Visamos contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de ciências por meio de estudos do papel das representações analógicas e modelos na construção e desconstrução do conhecimento sobre ar atmosférico. Para tal, realizamos observações de aulas de Química e aplicamos questionários a discentes, seguidos por discussões sobre o tema. Participaram 33 alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), entre 17 e 58 anos de idade. Os resultados foram registrados por meio de representações gráficas dos modelos e analogias estabelecidos, e por meio de anotações escritas. Suas análises basearam-se em estudos sobre modelos mentais, analogias e representações gráficas, mostrando uma identificação e uma aproximação conceitual plausível entre modelos mentais, analogias e representações gráficas. Evidencia-se uma necessidade de participação ativa e efetiva do docente para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo.

Palavras-chave: Analogias - Educação de Jovens e Adultos – Ensino-Aprendizagem de Química - Modelos Mentais.

Abstract

We aim to contribute to the process of teaching-learning of science by means of studying the role the analogical representation and models in the construction and reconstruction of the knowledge about atmospheric air. Classes of chemistry were observed and some questionnaires applied to the learners, followed by a discussion about the subject. 33 students between 17 and 58 years, enrolled in a Young and Adults Education course, were the informants. The results were registered by means of graphic representation of the models and of the established analogies, by means of writing notes. Its analysis was based on studies about mental models, analogies and notes, show us some similarity and a plausible conceptual approach among mental models, analogies and writing notes. It suggests the need of active and permanent participation of the teaching to make the teaching-learning process more significant.

Key words: analogies, Young and Adults Education, Teaching-Learning of Chemistry, Mental Models.

¹ Trabalho realizado, em parte, com auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. CAPES – BRASIL – BR.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, estudos e propostas curriculares têm defendido a necessidade de se promover uma aprendizagem que contribua significativamente para a formação dos indivíduos. No ensino de ciências, vários trabalhos versam sobre as contribuições dos processos de construção de modelos, de analogias e das representações gráficas na cognição do aluno, estando estes processos de acordo com as perspectivas construtivistas. A utilização destes processos leva a um entendimento que vai além da memorização de fatos, equações ou procedimentos.

Assim, tais processos, poderiam contribuir para um processo de aprendizagem em que a ciência faça sentido para os estudantes não apenas apresentando “explicações satisfatórias”, mas desenvolvendo uma forma de conhecimento flexível que pode ser aplicado e transferido para diferentes situações e problemas.

São muitas as teorias que se apresentam com o propósito de dar conta do processo de aprendizagem. Todas buscam, de uma forma ou de outra, contribuir para a melhoria do ensino, e, em especial, para o ensino de ciências. Desta forma, pesquisa sobre modelos mentais, analogias e representações tem se constituído em motivos de pesquisas.

APRENDENDO CIÊNCIAS

1 - Com modelos

Em seu trabalho sobre o papel dos modelos análogos no entendimento da natureza dos modelos em química, Justi & Gilbert (2006) afirmam que os modelos jogam papel importante na química uma vez que podem servir para explicar uma série de funções. (Francoeur (1997)²; Gilbert, Boulter & Rutherford (1998)³ Tomasi (1988)⁴; Rouse & Morris, 1986)⁵) citados por Justi & Gilbert (2006), apontam que os modelos podem representar fenômenos complexos, fazer abstrações tornando-as mais visíveis, permitir previsões, fornecer base para interpretar resultados e mais importante permite fazer exposição do planejado.

Mortimer (2006) cita estudos sobre a evolução de concepções e conceitos das ciências em trabalhos com a construção de modelos em sala de aula com alunos dentro da faixa etária escolar regular. Classifica o perfil conceitual dos estados físicos da matéria como: *realista e sensorialista*, *empirista* e *atomista clássico*. *Realista e Sensorialista*: Permite identificar o estado físico da matéria pelos sentidos. *Empirista*: Refere-se sobre a forma do material. O sólido tem forma própria, enquanto que os líquidos e gases adquirem a forma do recipiente. *Atomista Clássico*. Aspectos comuns entre sólidos, líquidos e gases pelo fato de serem constituídos por partículas. A diferença está na organização das partículas.

O papel dos modelos, dos modelos mentais e das analogias no ensino de química é defendido por Coll (2006), quando justifica a necessidade do uso de modelos no ensino da química uma vez

² Francoeur, E. The forgotten tool: The design and use of molecular models. *Social Studies of Science*, 27, 7-40, (1997)

³ Gilbert, J., Boulter, C., & Rutherford, M. Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20, 83-97, (1998).

⁴ Tomasi, J. Models and modeling in theoretical chemistry. *Journal of Molecular Structure (Theocem)*, 179, 273-292, (1988).

⁵ Rouse, W.B & Morris, N.M. On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100, 349-363. 1986.

que, por ser complexa, a química encontra nos modelos uma forma de torná-la atraente e permitir ao aluno compreender conceitos abstratos.

Moreira (1996) define modelo mental como uma representação interna de informações que corresponde, analogamente, ao estado de coisa que estiver sendo representado, seja qual for ele. Modelos mentais são análogos estruturais do mundo.

O presente trabalho delimitará o conceito de modelo mental ao proposto por Johnson-Laird (1983) em que as idéias são modelos que representam estados abstratos de coisas em relação aos seus estados físicos, retratados pelos modelos físicos. Assim, o modo como uma pessoa acredita que as idéias existam na estrutura cognitiva humana define a extensão em que ela interpreta um modelo que, em geral, é analógica, ou seja, a representação é uma tentativa de expressar a realidade. Estes modelos são essenciais para o entendimento da cognição humana.

2 - Com analogias

A preocupação com o processo de aprendizagem em ciências está levando professores e pesquisadores a realizarem trabalhos que identificam a importância de valorizar as idéias prévias dos alunos. Nesses, é comum observar que as idéias discentes trazidas para a sala de aula haviam sido elaboradas em situações do cotidiano ou em anos anteriores de escolaridade.

É importante considerar a idéia de Cachapuz *et all* (2000) quando afirmam que a mudança *conceptual* não ocorre de forma tão rápida e linear como se chegou a pensar. É preciso encarar a mudança como um processo e não como um momento.

Aubusson, Harrisson & Ritchie (2006) abordam um pouco sobre a história e a filosofia pertinente ao uso das analogias e metáforas. Relacionam o significado dado por pesquisadores para os termos e estabelecem relações entre analogias, metáforas, ensino, aprendizagem e pesquisa. Verificaram, entre outros aspectos, que não há analogias ou metáforas certas ou erradas, uma vez que não há uma maneira certa de explicar a transferência metafórica ou analógica.

Harrisson & Treagust (2006), discutem a questão do uso de analogias no ensino de ciências. Questionam se deve ou não usar de analogias no processo de ensino e concluem ser essa uma boa ferramenta para o professor, desde que ele conheça a função pedagógica da analogia.

Nagem, Yamauchi & Dias (2001) ao proporem uma metodologia de ensino com analogia, partem da premissa de que há uma diferença entre a analogia e o análogo. Enquanto a analogia constituiu um processo de construção de semelhanças e diferenças entre o veículo (análogo) e o alvo (o conceito), o análogo é o objeto, abstrato ou não, utilizado para desenvolver o pensamento analógico. O presente trabalho delimitará o conceito de análogo ao objeto concreto ou abstrato, declarado pelo outro e a analogia como o processo de estabelecimento de diferenças e semelhanças entre o concreto ou abstrato representado verbalmente ou pictoricamente pelo outro.

Considerando que a representação pictórica do estudante é apenas uma representação de seu modelo mental, o aluno, ao desenhar, está indicando que seu modelo mental se parece com o desenho pictórico, uma vez que, ainda, não é possível acessá-lo diretamente. Portanto, quando elaboramos desenhos pictóricos, estamos acessando nossos modelos mentais por meio de seus análogos.

3- Com representações gráficas

A questão dos conceitos e concepções (ou linguagem) prévios dos aprendentes sobre a ciência vem atraindo a atenção em pesquisas sobre ensino-aprendizagem. O estudo das *representações* dos alunos corresponde a uma preocupação recente nas pesquisas. Há cerca de vinte

anos, tais representações mentais eram focadas como “produto acabado”. Hoje, os trabalhos se interessam pelo processo construtivo das representações, sendo as mesmas estruturadas em face de situações-problema singulares. Nesse contexto, as representações foram renomeadas por Giordam & Vecchi (1996).

Assim, a esse termo de “representação”, preferimos, por motivo de clareza, o de “concepção” ou “constructo”. O primeiro enfatiza o fato de que se trata, num primeiro nível, de um conjunto de idéias coordenadas e imagens coerentes, explicativas, utilizadas pelos aprendentes para raciocinar ante situações-problemas, mas, sobretudo põe em evidência a idéia de que esse conjunto traduz uma estrutura mental subjacente responsável por essas manifestações contextuais. Quanto ao segundo, ressalta a idéia, essencial a nosso ver, de elemento motor que entra na construção de um saber e até permite as transformações necessárias (Giordam & Vecchi, 1996, 89).

Para os autores, as concepções não são simples imagens ou representações mentais, mas os indícios de um modelo (didático), com funcionamento compreensivo, em resposta a um campo de problemas. Procurar as concepções subjacentes nas produções dos aprendentes implica, num certo sentido, em considerar suas interpretações apenas como hipóteses. As verificações serão necessárias, revendo-se, por exemplo, uma conversa complementar com os autores de alguns desenhos. Isso poderá esclarecer, para o pesquisador, certas “*codificações*” que possam ter levado esses autores a erros. Esse trabalho recorre à diversidade de métodos, a construção de situações suficientemente significativas para o aprendentes e a importância de momentos de observação. As “concepções” são modelos explicativos subjacentes. Por isso, sugere não ser algo tão simples colocá-las em evidência. A metodologia proposta por Giordam & Vecchi (2006) tenta fazer surgir o que é significativo para os aprendentes através de pré-teste e de pós-teste com questionários (escritos e/ou desenhos), seguidos de entrevistas e discussões. Tal metodologia leva o aluno a delimitar melhores as concepções que emergem dos seus modelos mentais.

Palmero (2003) considera que fazer desenhos requer certo grau de imaginação ou de modelização, porem não significa que se tenha segurança de que o individuo esteja experimentando uma imagem mental no processo, uma vez que poderia estar evocando, simplismente, algo já visto. Continua a autora afirmando que uma imagem mental é uma representação interna e um desenho ou gráfico realizado é uma representação externa. Este trabalho delimitará o conceito de representações gráficas à proposta de Palmero (2003) que considera que *uma imagem mental é uma representação interna, a qual não temos acesso – comentário nosso – e um desenho ou gráfico realizado é uma representação externa.*

Portanto, nosso trabalho estabelece a conexão entre o modelo mental - que o aluno forma em sua mente mediante um conhecimento novo - e sua apresentação verbal ou pictórica. Ao fazer essa representação, o aluno busca estabelecer as características de semelhanças e diferenças entre o que pensa e o que representa. Na medida em que consegue *ver* ou *estabelecer* semelhanças e diferenças inicia o processo de desenvolvimento do pensamento analógico.

MODELOS SOBRE O ESTADO GASOSO DA MATÉRIA

Novick & Nussbaum (1978, 1981, 1982) e Mortimer (2006), entre outros, realizaram pesquisas que abordaram modelos mentais com o conceito do ar.

Novick & Nussbaum (1978) destacaram que alunos de todas as idades acham difícil imaginar espaços entre as partículas, preenchendo-os com, por exemplo, “oxigênio” ou “poluente”. Os mesmos autores (1981) entrevistaram alunos maiores de 16 anos sobre a natureza particulada de

substâncias gasosas e evidenciaram que a maioria pareceu aceitar que as partículas de um gás estão uniformemente distribuídas em um recipiente. No entanto, quando perguntados “por que as partículas não se acumulam no fundo do recipiente?”, somente metade afirmou que as partículas estavam em movimento constante.

O trabalho de Nussbaum (1985)⁶, citado por Mortimer (2006), contribuiu para o entendimento do processo de ensino sobre a natureza da matéria. O objetivo era seguir o movimento da mudança conceitual durante o ensino com gases, para uma classe de estudantes de 12 anos em Nova York, Estados Unidos. O autor tinha a expectativa que os alunos entrariam em conflito com os resultados de experimentos, usando, dessa forma, uma estratégia para propiciar a mudança conceitual. A análise dos resultados mostrou que os alunos não abandonaram facilmente suas idéias e tenderam a assimilar uma nova informação dentro de suas concepções prévias, construindo uma concepção mista. O estudo mostra, dessa forma, a complexidade da mudança conceitual, pois as concepções prévias são resistentes e sobrevivem ao longo de muitos estágios de instruções. As pré-concepções mais poderosas podem sobreviver e continuar ajudando o estudante a assimilar novas informações de maneira distorcida.

Furio Mas, Perez & Harris (1987) trabalhando com a concepção de gases e a história da química entre adolescentes observa a existência e a persistência de *preconceptions*, ou seja, concepções pré-concebidas sobre a natureza material dos gases e que isto é importante ser considerado no processo de ensino e de aprendizagem das leis da conservação, da massa e do peso. Estas *preconceptions*, relembrando as noções de Aristóteles sobre a natureza dos gases, tem uma forte tendência a persistir mesmo em alunos aos quais foi apresentado o conceito atomista da matéria.

Os resultados do trabalho de Oliva, J.M., et al (2003) sobre o papel das analogias na construção do modelo cinético-molecular da matéria realizado com alunos da educação secundária obrigatória, levaram-os a sustentar a idéia de que as analogias podem jogar um papel importante no desenvolvimento da visão dos alunos sobre um modelo da matéria, o que vem reforçar estudos anteriores.

METODOLOGIA

1- Caracterização da pesquisa e etapas

A abordagem dessa pesquisa é qualitativa, sendo caracterizada como um estudo de caso de caráter exploratório. Visa contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de ciências por meio de estudos sobre o papel das representações gráficas analógicas e modelos na construção do conhecimento de alunos. Buscamos verificar os conceitos e as concepções de alunos sobre o estado gasoso da matéria, segundo metodologia proposta por Giordam & Vecchi (1996), enfocando o tema “modelos mentais” pela ótica de Philip Johnson-Laird (1983).

A coleta de dados ocorreu por meio de observações em aulas de Química ministradas no curso de Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma escola particular em *Belo Horizonte*, bem como por análise de questionários respondidos pelos alunos e discussões. O público-alvo constituiu-se por 33 estudantes com idade entre 17 e 58 anos. A escolha do tema se justifica pelo fato de ser pioneiro na área da Educação de Jovens e Adultos no Ensino de Ciência e relativos aos modelos mentais para o ar atmosférico em Belo Horizonte - MG. A formação do grupo pesquisado incluiu

⁶ Nussbaum, J. The particulate nature of matter in the gaseous phase (1985).

alunos que tinham a primeira série do ensino médio, e se encontravam afastados da escola por períodos que variavam de 6 meses a 46 anos.

Os dados foram coletados em três etapas, conforme descrito a seguir.

Etapa 1

A professora de química explicou o que é um modelo e solicitou aos alunos que representassem, por meio de desenhos, o ar atmosférico (21% de O₂, 78% de N₂ e 1 % de outros gases) em duas situações-problema, sendo:

a- Situação-problema I

- Encher uma seringa com ar atmosférico.
- Desenhar as partículas do ar dentro da seringa.
- Comprimir o êmbolo da seringa tampada.
- Desenhar, representando o ar contido em seu interior.

O objetivo, ao apresentar essa situação-problema, foi verificar a relação pressão e volume referente ao estado gasoso da matéria, construindo um modelo mental para este processo de aprendizagem.

b- Situação-problema II

- Segurar, com o auxílio de uma garra de madeira, um tubo de ensaio com um pequeno balão preso à sua boca.
- Aquecer o tubo na lamparina durante alguns minutos.
- Propor um modelo para as partículas do ar no sistema antes e depois do aquecimento.

O objetivo da professora, ao apresentar essa situação-problema, foi verificar a relação entre as variáveis “temperatura e pressão” referentes ao estado gasoso da matéria.

Etapa 2

Foi realizada uma discussão com 33 alunos que participaram da etapa 1. Orientaram essa etapa as seguintes questões:

Questão 1 - Quais são as características de uma substância no estado gasoso?

Questão 2 - Quais são as variáveis do sistema (situação-problema) I e II?

Questão 3 - O que aconteceu com o embolo da seringa quando ele foi pressionado?

Questão 4 - O que aconteceu com o balão quando o tubo de ensaio foi aquecido?

Questão 5 - Como estão as partículas do ar atmosférico dentro dos sistemas I e II?

Durante o trabalho, os estudantes registraram observações por escrito.

Etapa 3

A professora sugeriu aos alunos a realização da situação-problema III:

- Desenhar uma garrafa com o ar dentro.
- Representar o modelo cinético dos gases dentro da garrafa, utilizando os modelos desenvolvidos anteriormente.

2- Apresentação dos resultados

Ao apresentarmos os resultados obtidos nas etapas de coleta 1 e 3, optamos por apontar os dados gerais e depois enfatizar os aspectos encontrados nas representações de três alunos,

identificados como: A, B e C. Os modelos mentais dos alunos foram identificados com uma ou duas letras do alfabeto.

As amostras expostas neste trabalho são partes dos modelos que estão representados nas falas e nos desenhos dos alunos. Não são iguais aos modelos mentais dos alunos, mas constituem uma forma de estabelecer as características de semelhanças e diferenças entre o que pensa e o que representa.

Visando apresentar maior número de resultados obtidos, na etapa 2, optamos por não mostrar os desenhos elaborados pelos alunos identificados como D, E, F, G e H, limitando-nos aos seus escritos. Na análise dos resultados das três etapas, usamos a tipologia de concepções presente nos modelos mentais segundo Giordam & Vecchi (1996).

RESULTADOS E ANÁLISES

1 - Etapa 1.

Observando as respostas, consideramos que, em geral, os desenhos mostram uma grande instabilidade no campo conceitual. Estes erros conceituais aparecem devido à formação do indivíduo se dar por etapas o aprendizado não se dá imediatamente, comportando erros e acertos durante seu processo. Por isso é de grande utilidade no processo de ensino-aprendizagem trabalhar com modelos, pois os professores podem perceber erros de conceitos nos próprios desenhos.

Os resultados aqui apresentados mostram a concepção dos alunos A e B sobre o estado gasoso baseado em seus modelos mentais, indicando esquemas cognitivos do sistema físico da matéria, ar atmosférico, que estão condicionados as suas concepções. Para cada representação há uma explicação do aluno para o estado gasoso da matéria.

Das representações elaboradas pelos alunos, 73% apresentam modelos com conceitos e concepções diversas, como na figura 1 - *Representação do Aluno A Para a Situação Problema I e II.*

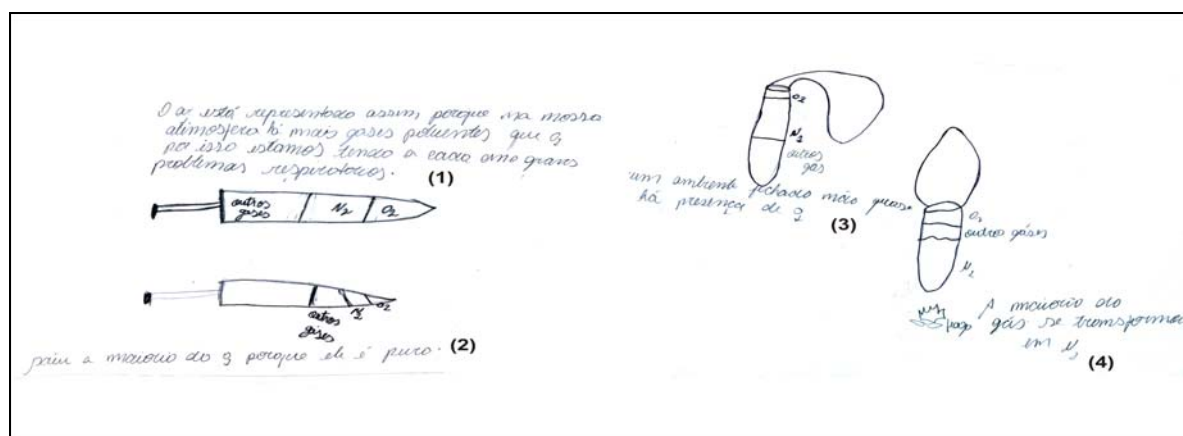


Figura 1: Representação do Aluno A para a Situação Problema I e II.

Fonte: Arquivo Pessoal (2007)

Legenda⁷: Texto 1: O ar está representado assim porque na nossa atmosfera há mais gases poluentes que oxigênio por isso estamos tendo a cada ano graves problemas respiratórios.

Texto 2: Saiu a maioria de O_2 porque ele é puro.

Texto 3: Num ambiente fechado não há quase presença de O_2 .

Texto 4: A maioria do gás se transforma em N_2 .

⁷ As legendas abaixo dos desenhos reproduzem os textos contidos nos mesmos.

Consideramos que o modelo mental do aluno mostra a ausência do domínio conceitual científico de mistura e reações, pois os mesmos (estudados em série anterior) se encontram representados de forma equivocada. O Aluno A insere o meio ambiente nos seu modelo para explicar o fenômeno proposto. Estes conceitos estão envolvidos na concepção discente sobre o ar atmosférico. Logo, podemos perceber a importância significativa do processo de ensino-aprendizagem por modelos de acordo com Giordam & Vecchi (1996).

As demais representações - 27% do total - são bastante semelhantes ao desenho do aluno B, apresentado na figura 2 - *Representação do Aluno B Para Situação Problema I*.

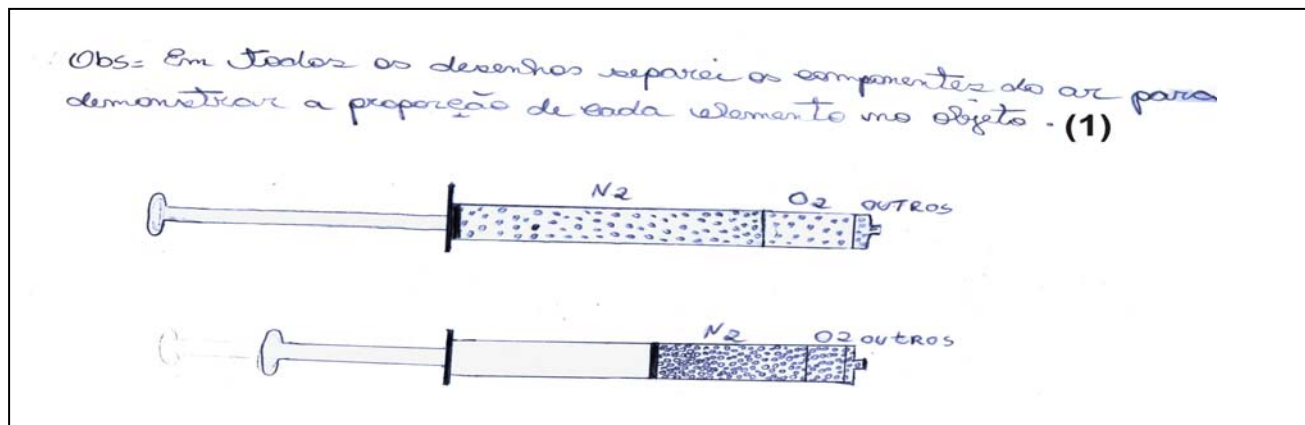


Figura 2: Representação de Aluno B para Situação Problema I.

Fonte: Arquivo Pessoal (2007)

Legenda - Texto 1: Em todos os desenhos separei os componentes do ar para demonstrar a proporção de cada elemento no objeto.

A representação indica as proporções do ar atmosférico no objeto, mas sem representar a mistura nas partículas do ar, conforme discutido em classe. Porém, no texto 1, observamos que o aluno percebe a mistura de partículas existente. Inferimos que tal representação mental se enquadra no perfil conceitual designado por Mortimer (2006) como atomista clássico. Foram observados, em desenhos semelhantes, que os alunos representaram dessa forma porque tiveram dificuldades em ilustrar as partículas misturadas.

Alguns modelos desenvolvidos para esta situação problema I mostraram erros conceituais molecular. Alguns alunos representaram o ar atmosférico como atomista clássico (Mortimer, 2006), mas colocaram na forma (N, N₂, O, NO...), demonstrando também a dificuldade de expressar as partículas.

2 - Etapa 2

Consideramos que as explicações apresentadas pelos sujeitos da pesquisa para suas representações mentais expostas foram claras. No entanto, poucas se mostram pertinentes, enquanto a maioria não indicou compreensão quanto aos aspectos referentes ao estado gasoso da matéria. Apresentamos, abaixo, respostas de alguns alunos para três questões.

Questão 3 - O que aconteceu com o embolo da seringa quando ele foi pressionado?

Aluno D: - Não usou nenhum conceito para definir que o O₂ é mais pesado que o N₂.

Aluno D: - Como achei que o oxigênio seria mais pesado se concentra no centro da seringa.

Questão 4 - O que aconteceu com o balão quando o tubo de ensaio foi aquecido?

Aluno E: - Após um aquecimento na parte inferior do recipiente o ar se deslocou para a parte superior.

Aluno F: - O ar está solto dentro do tubo de ensaio. O ar depois de aquecido vai para o balão enchendo-o.

Questão 5 - Como estão as partículas do ar atmosférico dentro dos sistemas I e II?

Aluno D: - Não são misturados, estão separados, cada molécula no seu lugar.

As explicações sugerem que o aluno não possui o conceito do estado físico da matéria e demonstra claramente erros conceituais para o problema proposto. Podemos observar que estes erros têm origem em conceitos mal formulados sobre misturas, entre outros: "*Não são misturados...*", densidade e massa: "*Como achei que o oxigênio seria mais pesado se concentra no centro da seringa*". Verificamos que os modelos mentais, além da análise dos conceitos do estado físico da matéria, podem também proporcionar a análise de conceitos presentes no desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Os alunos G e H responderam à questão 5 da seguinte forma:

Aluno G: - *Na seringa as moléculas estavam distantes. Observa-se que as moléculas giram lentamente e constante. E como tem mais espaço para movimentar, o contato ou o choque com outras moléculas é fraco. À medida que vai comprimindo o ar da seringa, as moléculas vão se unido, aumentando a velocidade do movimento ou a agitação entre si com as paredes da seringa.*

Aluno H: -*Partículas muito pequenas. Espaço entre as partículas e movimento desordenado.*

Nesse processo podemos observar que os alunos G e H já conseguem conceituar e explicar o seu modelo de acordo com o modelo cinético molecular dos gases. As explicações demonstram que as partículas têm movimentos desordenados, havendo espaço para que se movimentem e colidam contra as paredes do recipiente.

3 - Etapa 3.

A figura 3, elaborada pelo aluno C, corresponde a 33% das representações obtidas. Lembramos que essa etapa foi posterior à discussão sobre modelo cinético dos gases.

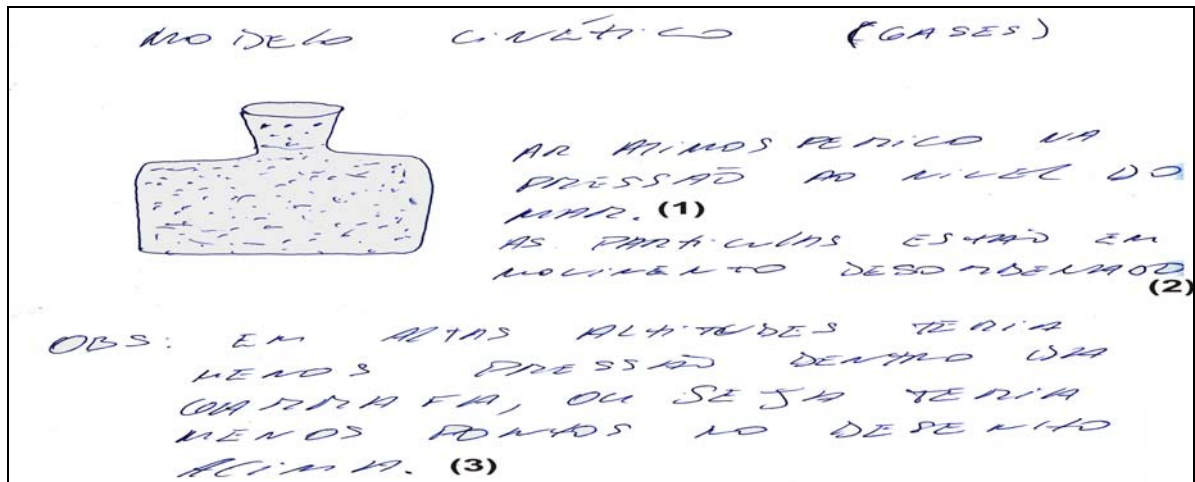


Figura 3: Representação do Aluno C Para a Situação Problema III.

Fonte: Arquivo Pessoal (2007)

Legenda - Texto 1: Ar atmosférico na pressão ao nível do mar.

Texto 2: As partículas estão em movimento desordenado.

Texto 3: Em altas latitudes teria menos pressão dentro da garrafa, ou seja, teria menos pontos no desenho acima.

Como estamos trabalhando nos conceitos e concepções dos alunos referentes às suas representações mentais, a figura 3 pode nos mostrar uma variedade de interpretações a respeito do conceito e das concepções do estado gasoso para este aluno. As interpretações desse aluno levam a conceitos de altitude, pressão atmosférica e partículas, sendo que esses não são trabalhados nessa atividade.

Observamos que o aluno extrapola a situação problema. O estudante parece pensar que, em altas altitudes, a garrafa estaria fechada e a quantidade de partículas seria a mesma em qualquer situação. A concepção usada para desenhar o ar atmosférico levou-o a extrapolar uma situação simples em sala de aula, porém seu conceito não está correto.

Extrapolar nos modelos mentais as concepções dos alunos verificando os erros conceituais e trabalhar com estes erros pode ser um fator diferenciado no processo de ensino, buscando a construir o “saber científico” por parte dos aprendentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acompanhamento de situações de aprendizagem, e mais particularmente as observações de sala de aula corresponderam uma boa abordagem que permitiu desvendar um conjunto de fenômenos específicos, mais especialmente as dificuldades a serem analisadas. Também forneceram certo número de elementos conceituais que julgamos necessário confrontar com outros, oriundos de fontes de informações diferentes. Dessa forma, concebemos que trabalhar o processo de ensino-aprendizagem com a construção de representações gráficas analógicas e modelos pode ser um fator construtivo na elaboração do conhecimento sobre o aluno.

As representações gráficas analógicas e modelos desenvolvidos pelos alunos passam a ser uma ferramenta de grande utilidade para o professor. O processo de ensino pode ser construído em cima das diferenças e semelhanças entre os modelos, analogias e representações gráficas apresentadas pelo professor e aquelas apresentadas pelos educando. Assim, a forma de ensinar não

fica fixa em um único conteúdo do momento e será diversificado pelos conceitos que apareceram nos constructos desenvolvidos.

Os resultados, de uma forma geral, apresentaram concepções distintas a respeito do estado gasoso da matéria discutido em sala de aula. Eles nos mostram que as perspectivas adotadas por autores como Giordam & Vecchi (1996), entre outros, de trabalhar com representações mentais dos alunos no ensino de ciências, conflui com os objetivos de nosso campo de pesquisa em ensino de ciências.

Os alunos apresentaram dificuldades em expressar o movimento e a uniformidade das partículas do ar. Tais dificuldades podem ser justificadas pelas pre-concepções existentes ou por dificuldades inerentes de traduzir a imagem mental em representação gráfica.

Nossos resultados coincidem com os encontrados por Novick & Nussbaum (1978), (1981) quando trabalharam com a natureza da matéria enfocando a estrutura atômica e sua mudança conceitual, apesar da situação ser diversa da nossa, em que os modelos mentais apresentaram conceitos diferentes que poderão ser trabalhados nas aulas de química. Igualmente, chama a atenção o fato dos resultados não se mostrarem diferentes daqueles encontrados por Mortimer, apesar do público-alvo diferenciado. Acreditamos que esse fato deva ser investigado com maior profundidade, podendo ser foco de novas pesquisas. Esses resultados podem gerar alternativas de sistemas de avaliação de desenvolvimento cognitivo por meio do estabelecimento de comparações das representações analógicas pictóricas de alunos regulares e alunos da EJA. Tal pesquisa poderia reforçar os resultados de Giordam & Vecchi (1996), quando estas representações pouco diferem entre si.

O estudo em questão nos mostrou, ainda que preliminarmente, a importância do tema pesquisado e quão frutífero o mesmo pode ser.

Por fim, salientamos que a pesquisa apresentada vem contribuir para o processo de ensino aprendizagem em ensino de Ciências, abrindo perspectivas de estudos sobre o papel das representações analógicas e modelos mentais, especialmente no ensino de Química e na Educação de Jovens e Adultos.

REFERÊNCIAS

Aubusson, P.J., Harrisson A. G. & Ritchie, S. M. Metaphor and Analogy: Serious thought in science education. In: Peter J. Aubusson, Allan G. Harrisson & Stephen M. Ritchie. **Metaphor and Analogy in Science Education**. Netherlands: Springer, 2006. p. 1-9.

Cachapuz, Antônio., Praia, J., Paixão, F. & Martins, I. Uma visão sobre o ensino das ciências na pós-mudança conceptual. **Inovação**. Vol.13, 2-3, p.117-137, 2000.

Coll, R. K. The Role of Models, Mental Models and Analogies in Chemistry Teaching. In: Peter J. Aubusson, Allan G. Harrisson & Stephen M. Ritchie **Metaphor and Analogy in Science Education**. Netherlands. Springer. 2006. 65-77.

Furio Mas, C. J., Perez, J.H. & Harris, H. H. Parallels Between Adolescents Conception of Gases and the History of Chemistry. **Journal of Chemical Education** v. 64 (7) 616-618. Jul. 1987.

Harrison, A. G. & Treagust, D.F. Teaching and Learning with Analogies: Friend or foe? In: Peter J. Aubusson, Allan G. Harrison & Stephen M. Ritchie **Metaphor and Analogy in Science Education**. Netherlands. Springer. 2006. 11-24.

Johnson-Laird, P. **Mental Models**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

Justi, Rosária. & Gilbert, J. The Role of Analog Models in the Understanding of the Nature of Models in Chemistry. In Peter J. Aubusson, Allan G. Harrison & Stephen M. Ritchie. **Metaphor and Analogy in Science Education**. Netherlands. Springer. p.119-130, 2006.

Giordan, André. & Vecchi, G. **As Origens do Saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

Mortimer, Eduardo. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006.

Moreira, Marco. A. (1996). Modelos Mentais. Disponível em: < www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm > Acesso 14/06/2005.

NAGEM, Ronaldo. L., CARVALHES, Dulcinéia. O & YAMAUCHI, Jully. A. Uma Proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. **Revista Portuguesa de Educação**. V. 14 n°.1 – 2001.

Novick, S, And Nussbaum, J. High School Pupils' understanding of the Particulate Nature of Matter: an interview study. **Science Education**, 62 (3), 273-281. 1978.

Novick, S, and Nussbaum, J. Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: a cross-age study. **Science Education**, 65 (2), p.187-196. 1981.

Nussbaum, J., And Novick, S. Alternativa framework, conceptual conflict and accommodation. **Instructional Science**, v. 11, p. 183-208. 1982.

Oliva, Jose. M., Aragón, M. M., Bonat, M. & Mateo, J. Un Estudio sobre el Papel de las Analogias en la Construcción del Modelo Cinético-Molecular de la Materia. **Enseñanzas de las Ciencias**, 21 (3), 429-444, 2003.

Palmero, M. L. R. La célula vista por el alumnado. **Ciência & Educação**, 9, 2, p. 229-246, 2003.

Nota: Agradecemos à participação do GEMATEC – Grupo de Estudos de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência – nos estudos que originaram esse trabalho. Website: www.gematec.cefetmg.br