

PERFIL CONCEITUAL: TRABALHANDO CONCEPÇÕES DE MATÉRIA ATRAVÉS DE SUAS PROPRIEDADES COM ALUNOS E ALUNAS DO ENSINO MÉDIO

Maria Bernadete de Melo Cunha

Colégio Estadual Luiz Viana – Salvador - Bahia
Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA-UEFS)
berna.dete@uol.com.br

Olival Freire Jr.

Instituto de Física/UFBA
Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA-UEFS)
freirejr@ufba.br

Resumo

Apresentamos, neste trabalho, uma pesquisa acerca de conceitos relacionados à constituição da matéria, isto é, de sua natureza descontínua, e seus estados físicos, desenvolvida com alunos e alunas da 1ª série do ensino médio, em colégio da rede pública do Estado da Bahia. Para o levantamento de dados, foram realizadas atividades como pré-testes e pós-testes, analisando os resultados de acordo com as categorias indicadas por Mortimer (2000) para observar a evolução do perfil conceitual da matéria e seus estados físicos. Os resultados mostraram um avanço significativo nas concepções apresentadas por alunos e alunas, indicando que o desenvolvimento dos conteúdos de Química, enquanto disciplina do ensino médio, deve ser feito a partir do entendimento das propriedades dos materiais para que se possa compreender a natureza particulada da matéria.

Introdução

Observando a dificuldade que alunos e alunas de turmas da 3ª série do ensino médio, em colégio da rede pública do Estado da Bahia, apresentavam ao expressarem conhecimentos prévios para dar sequência aos conteúdos da série final do curso, um dos autores [MBMC] concluiu que parecia faltar a esses alunos e alunas a compreensão da natureza atômica da matéria e da estrutura do átomo. Esta conclusão fica realçada quando se tem em conta a importância do modelo atômico como um dos conteúdos-chave para a compreensão da Química, sem o qual não se pode, por exemplo, compreender ligações e reações químicas.

É na 1ª série, logo no início do curso, que o programa tradicional de Química, apresentado inclusive pelos livros didáticos, coloca o estudo da estrutura atômica. Esse, porém, não deve ser o primeiro ou um dos primeiros conteúdos a ser trabalhado, pois o mesmo requer, por parte de alunos e alunas, um certo nível de abstração para entender conceitos e lidar com modelos representativos. Assim, a compreensão que deve ser buscada antecede ao estudo da estrutura atômica.

Desse modo, buscando uma abordagem alternativa ao ensino tradicional de Química na 1ª série do ensino médio, fomos atraídos pelas idéias e sugestões de Mortimer (2000) ao propor o perfil conceitual como um instrumento de análise da evolução conceitual em sala de aula. Esse autor sugere um conjunto de atividades didáticas, visando a desenvolver o perfil conceitual de alunos e alunas em relação a natureza particulada da matéria e aos estados físicos dos materiais. Pareceu-nos, assim, uma possível solução para o problema da compreensão da natureza atômica da matéria.

Estas atividades foram então realizadas com alunos e alunas da 1ª série do Colégio Estadual Luiz Viana - Salvador-BA, adaptando-se às condições ditadas pela realidade dessa unidade escolar. Para verificarmos se algum sucesso foi conseguido com relação aos processos de ensino e aprendizagem, procuramos traçar o perfil conceitual da matéria e de seus estados físicos, analisando pré-testes e pós-testes desenvolvidos nas diferentes atividades realizadas por alunos e alunas. Desse modo, a pesquisa realizada em/na sala de aula de Química, visou obter e analisar tais dados. Os dados, aqui analisados, correspondem à evolução do perfil conceitual ocorrida no conjunto da turma restando para uma etapa posterior da pesquisa, que integra a dissertação de um dos autores [MBMC], a análise da evolução do perfil conceitual de cada aluno individualmente, bem como a comparação desses resultados com outros disponíveis na literatura sobre o assunto.

Metodologia

A pesquisa foi aplicada em aulas de Química para seis turmas da 1ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Luiz Viana - Salvador-BA, durante o ano letivo de 2002, através de atividades em equipes ou individuais. Após o levantamento de dados, uma das turmas foi escolhida aleatoriamente para que fosse procedida à análise e discussão dos resultados apresentados.

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas atividades denominadas, por exemplo, como: modelos conceituais de matéria, compressão do ar atmosférico, dilatação de líquidos, aquecimento da naftalina, como pré-testes para buscar as idéias que os alunos e alunas tinham acerca da matéria, como ela é constituída, dando explicações para o comportamento dos materiais, possibilitando a compreensão das propriedades específicas e dos estados físicos dos materiais.

Em seguida, foram realizadas atividades, a exemplo da dissolução do açúcar comum (sacarose) em água, para que fossem dadas explicações, aplicando o modelo de partículas e de espaços vazios entre elas, para a matéria. Logo após, foram realizadas atividades como pós-testes, a exemplo de modelos conceituais de matéria, semelhante à que foi aplicada no início das atividades, e solubilidade da naftalina na água e na gasolina, para verificar a evolução das concepções dos alunos e alunas sobre a natureza da matéria e de seus estados físicos.

Em todas as atividades, os alunos e alunas respondiam a questões abertas e/ou faziam representação de modelos, através de desenhos, procedendo-se a uma discussão, levando-se em consideração as respostas apresentadas por todos, ao final de cada atividade.

As questões abertas, bem como os desenhos obtidos como respostas dos alunos e alunas, foram avaliados segundo categorias descritas por Mortimer (2000), para que fosse procedida à análise da evolução dos conceitos estudados pela turma, através do perfil conceitual proposto por esse autor, baseado na idéia do perfil epistemológico proposto por Bachelard (Bachelard, 1984 apud Mortimer, 2000). Essa análise visava a verificar se tinha ocorrido ou não e como, evolução na concepção de matéria e estados físicos dos materiais por parte dos alunos e alunas. Sendo assim, as categorias utilizadas nesta pesquisa, são explicitadas para a concepção de matéria, como se segue: na categoria “Realista”, a concepção de matéria é baseada em tudo aquilo que se pode perceber através dos sentidos, implicando que a matéria, nessa categoria, é contínua. Para a categoria “Substancialista”, a concepção de matéria apresenta partículas sendo, portanto, descontínua, mas as partículas têm as mesmas propriedades da matéria. Na categoria “Atomista clássica”, a concepção de matéria, mostra a mesma constituída por partículas. Esta última categoria apresenta as seguintes características: descontinuidade, ausência de substancialismo, e conservação da massa nas transformações que ocorrem com a matéria; além dessas características, espera-se

que os alunos e alunas compreendam que as partículas se movimentam, interagem e apresentam arranjos característicos. Para isso, é necessária a compreensão de que existem espaços entre as partículas.

Para os estados físicos dos materiais, as categorias são explicitadas da seguinte maneira: na categoria “Realista”, assim como para a concepção de matéria, as definições e representações dos estados físicos são baseadas naquilo que se pode perceber através dos sentidos. Na categoria “Empirista”, levam-se em consideração a forma e o volume dos materiais que poderão ser medidos nos diferentes estados físicos. Na categoria “Atomista clássica”, as definições e representações para os estados físicos consideram o movimento e o arranjo entre as partículas (Mortimer, 2000, p.128-142).

Resultados e Discussão

Por limitação de espaço, serão apresentados algumas das atividades realizadas por alunos e alunas, com os resultados obtidos e analisados, bem como algumas ilustrações, como exemplos dos dados da pesquisa.

Modelos conceituais de matéria – Atividade 1

Esta atividade tem o objetivo de verificar as concepções iniciais dos alunos e alunas acerca da constituição da matéria e seus estados físicos. Para isso, foram apresentados três frascos de vidro iguais, numerados de 1 a 3, contendo, respectivamente, uma pedra, um pouco de líquido (água) e ar, fechados com rolha de borracha. Tal atividade consta de questões abertas, e de uma questão em que se pede representação através de desenhos, descritas a seguir.

Para a questão 1.1, **Os frascos 1, 2 e 3 contêm matéria? Por quê?** as respostas obtidas são apresentadas na Tabela 1.1, vista abaixo.

TABELA 1.1 - PRESENÇA OU NÃO DE MATÉRIA NOS FRASCOS 1, 2 E 3

frascos	sim	não
1	38	00
2	38	00
3	32	06

As justificativas dadas pelos alunos e alunas que responderam afirmativamente foram consideradas, de acordo com as categorias indicadas por Mortimer para o perfil conceitual como Realista, tendo colocações como: “pode-se ver ou sentir”; “é pedra”; “é água”; “é ar ou gás”. Entre os alunos e alunas que responderam que no frasco 3 não havia matéria, as explicações dadas foram: “porque é vazio”, “porque é gasoso” ou ainda “a matéria gasosa não está presente” indicando que, para estes estudantes, o vazio e o estado gasoso não têm matéria. Essas explicações também se aproximam da categoria Realista, se considerarmos que os alunos e alunas representaram aquilo que “aparentemente” estavam observando.

Para a questão 1.2, **Se os frascos 1, 2 e 3 contêm matéria, qual o estado físico de cada matéria em cada frasco?** Todos os estudantes não tiveram dúvida em responder sobre os estados físicos correspondentes a cada material contido nos frascos, mostrando que há uma compreensão de matéria separada da compreensão dos estados físicos que é adquirida, muitas vezes, como um conhecimento de senso comum.

Para as questões 1.3, 1.4 e 1.5, **O que é uma matéria sólida, líquida, gasosa?** as respostas dadas para as definições dos estados físicos dos materiais, encontram-se na Tabela 1.2, vista a seguir.

TABELA 1.2 - DEFINIÇÃO DE MATÉRIA SÓLIDA, LÍQUIDA E GASOSA

	realista	empirista	atomista clássica
sólida	33	04	03
líquida	33	04	03
gasosa	34	02	03

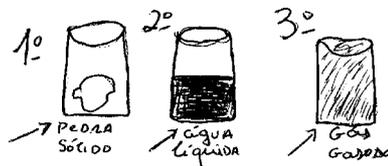
As respostas dadas por alunos e alunas, indicadas na Tabela 1.2 para cada estado físico, foram consideradas nas categorias indicadas por Mortimer, pois as explicações foram as seguintes:

Na categoria Realista: “é matéria que se pode ver ou pegar; “é matéria dura”; “é matéria que tem consistência”; “é como pedra (para o sólido); “é matéria que pode molhar”; “é água, suco, refrigerante” (para o líquido); “é matéria que pode não se ver”; “é como gás, como vento” (para o gasoso). Para a categoria Empirista, os estudantes fazem referência à forma dos materiais, colocando, por exemplo, “é matéria que tem forma fixa”(para o sólido); “não tem forma específica” (para o líquido); “não tem forma” (para o gasoso). Já para a categoria Atomista clássica: “suas moléculas estão bem juntas”; “suas moléculas estão bem unidas formando um todo e não se movimentam”; “matéria em que os átomos estão ligados” (para o sólido); “é matéria em que os átomos estão mais separados”; “é matéria onde suas moléculas são divididas e se movimentam lentamente” (para o líquido); “suas moléculas estão bem dispersas”; “suas moléculas são distintas e se movimentam rapidamente”; “é matéria em que os átomos estão soltos” (para o gasoso).

A questão 1.6 que pede **Represente, com desenho, a matéria, se existir, nos frascos 1, 2 e 3, considerando o seu estado físico**, foi respondida por alunos e alunas, representando, através dos desenhos exemplificados abaixo.



Aluna 1- estados físicos



Aluno 2 – estados físicos

Podemos ver que os estados físicos dos materiais são representados como contínuos, isto é, da forma categorizada como Realista; mesmo aqueles que deram definições categorizadas como Atomista clássica, responderam a essa questão do mesmo modo.

A seringa com ar – Atividade 2

Esta atividade tem como objetivo observar e explicar a compressão do ar atmosférico, utilizando, para isso, uma seringa descartável cheia de ar. As respostas dadas a algumas questões relacionadas a essa atividade são vistas a seguir.

À questão 2.1, **O ar, dentro da seringa tem massa?** todos responderam afirmativamente, considerando certamente que o ar é uma mistura de gases e que os gases são materiais e, por isso, têm massa.

Para a questão 2.2, **Se você determinar a massa da seringa antes de comprimir o êmbolo (m_1) e depois de comprimi-lo (m_2), o que você pode afirmar sobre m_1 em relação**

a m_2 (<,= ou >)?) em que começa a discussão sobre a conservação da massa nas transformações dos materiais, as respostas foram as seguintes:

TABELA 2.1 - MASSA DA SERINGA COM AR

$m_1 = m_2$	$m_1 > m_2$	$m_1 < m_2$
19	15	11

As justificativas colocadas por alunos e alunas foram no seguinte sentido:

Para $m_1 = m_2$, fizeram colocações como: “porque a massa continua a mesma”, ou ainda “a massa foi somente comprimida”; alguns ressaltam, que ao comprimir, ocupa menos espaço e outros colocam que “não escapou gás”.

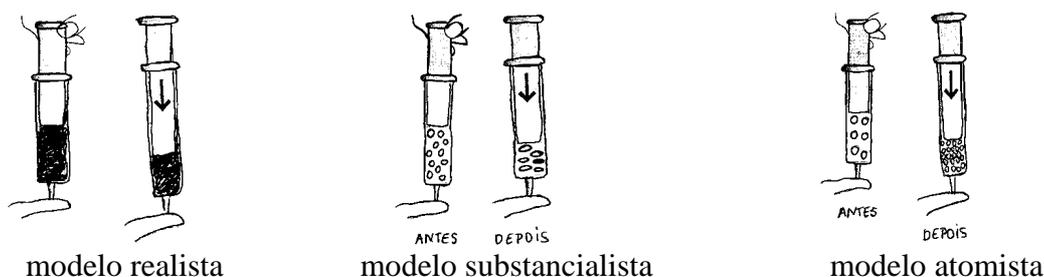
Aqueles que consideram $m_1 > m_2$, confundem massa com volume que é a unidade lida na seringa, citando os valores numéricos da escala da seringa e justificando que “o ar fica comprimido”. Enquanto que aqueles que consideram $m_1 < m_2$, dizem que antes não tinha massa colocando que “quando a seringa está sem comprimir, está sem massa”; outros que, ao comprimir, fica mais pesado, a exemplo de “quando comprimimos o ar na seringa a massa dele fica mais pesada”, confundindo massa com pressão.

A questão 2.3, **Proponha modelos para o ar na seringa antes e depois da compressão. Desenhe esses modelos no espaço abaixo**, solicita que os alunos e alunas representem, através de desenhos, o ar dentro da seringa antes e depois de comprimido, sendo encontrado os resultados vistos na Tabela 2.2 a seguir.

TABELA 2.2 - MODELOS PARA O AR

realista	substancialista	atomista clássico	misto
33	06	03	02

A interpretação dos desenhos feitos por alunos e alunas, para o ar antes e depois de comprimido, como pode ser visto nas figuras abaixo, segue a categorização proposta por Mortimer, conforme referência anterior.



Desse modo, tem-se: para a categoria Realista, desenhos contínuos, ou seja, a seringa é preenchida com riscos cheios. Para a categoria Substancialista, os desenhos apresentam bolinhas achatadas ou menores depois, ou seja, as bolinhas, que podem representar partículas, são desenhadas de forma achatada ou em tamanho menor, representando o ar depois de comprimido, isto é, transfere-se para as partículas a propriedade de compressão do ar. Já na categoria Atomista clássico, os desenhos apresentam bolinhas e espaços entre elas, representando partículas. Por fim, o que está sendo considerado na categoria Misto, os desenhos apresentam fundo esfumado com bolinhas.

Embora a maioria represente o ar de forma Realista, alguns, conforme dados da Tabela 2.2, já recorrem ao modelo de partículas nas suas representações, provavelmente, devido a conhecimentos da série anterior.

Depois de realizada a atividade, discutiu-se qual o modelo que permitiria o ar dentro da seringa ser comprimido, qual teria espaço para que o ar pudesse ser comprimido, conjuntamente com toda turma. Foram discutidos os dois modelos, contínuo e de bolinhas com espaço, sendo aceito, depois da discussão, que no segundo modelo, poderia haver compressão mais facilmente.

Dilatação de líquido – Atividade 3

Esta atividade tem como objetivos observar e explicar a dilatação do líquido, utilizando o termômetro de mercúrio, respondendo às questões propostas.

Na questão 3.1, **Como você explica o que observou?** foi pedido que os alunos e alunas dessem uma explicação para o que observavam (o deslocamento do líquido, com o aumento da temperatura) tendo-se os seguintes resultados:

Anotação da observação sem explicar = 20 estudantes

Referências à temperatura na explicação = 19 estudantes.

As explicações dadas, com a respectiva quantidade de estudantes, podem ser vistas a seguir: “o líquido subiu porque a temperatura aumentou” = 03; “a temperatura da mão fez com que o grau aumentasse” = 01; “devido a quente da mão a temperatura subiu” = 01; “em contato com o calor a temperatura aumentou” = 01; “o líquido se dilata junto com a temperatura” = 03; “porque seguramos o termômetro pelo bulbo” = 03; “devido a mão quente a temperatura sobe” = 04; “quando a temperatura do corpo está em contato c/ o termômetro pode aumentar ou diminuir” = 03.

Esses estudantes atribuem à temperatura a dilatação do líquido. Para eles, portanto, a temperatura atua no líquido para que este dilate, mas não se tem uma explicação de como a temperatura estaria agindo para possibilitar essa dilatação.

Os estudantes que anotaram a observação sem explicar estão no estágio observável ou descritivo e não no estágio explicativo. Esses estágios são referidos por Schnetzler e Rosa, citando Johnstone, como sendo, no caso do primeiro, o nível em que “se pode ver e manusear materiais”. No segundo caso, o nível onde é racionalizado o nível descritivo; em química, corresponde a prever e entender o comportamento dos materiais recorrendo a modelos químicos. (Johnstone, 1982 apud Schnetzler e Rosa, 1998).

Para a questão 3.2, **Se você determinar a massa do líquido antes de segurar o bulbo do termômetro (m_1) e depois de segurar o bulbo (m_2), o que você pode afirmar sobre m_1 em relação a m_2 (<, = ou >)?** que volta a discutir a conservação da massa nas transformações, as respostas dadas encontram-se na Tabela 3.1 a seguir:

TABELA 3.1 - MASSA DO LÍQUIDO

$m_1 = m_2$	$m_1 > m_2$	$m_1 < m_2$
22	07	10

tendo como justificativas: para $m_1 = m_2$, colocações como: “a massa é a mesma”; “a quantidade do líquido é a mesma”; “o líquido apenas se espalhou”; “o líquido apenas se expandiu devido a temperatura”. Os estudantes que consideraram $m_1 < m_2$, confundiram massa com temperatura lida no termômetro, indicando os valores numéricos da escala do termômetro como se fosse a massa. Aqueles que consideraram $m_1 > m_2$, dizem que “de acordo o líquido sobe, aumenta a massa”.

Podemos observar que há um aumento no número de estudantes que consideram a conservação da massa nesse processo.

Na questão 3.4, **Proponha modelos para o líquido antes e depois de segurar o bulbo do termômetro. Desenhe estes modelos no espaço abaixo,** pede-se para representar o

líquido antes e depois da dilatação e todos os estudantes representaram o líquido como viram no termômetro, de forma contínua, ou seja, na categoria Realista. Aqui, os desenhos não serão incluídos por falta de espaço nesse trabalho.

Aquecimento da naftalina – Atividade 4

Essa atividade tem como objetivos observar e explicar a mudança de estado físico utilizando, para isso, a naftalina sob aquecimento.

De início, questão 4.1, **Como você explica o que observou?** pede-se para observarem o que ocorre, anotar e explicar o que observam. Os alunos e alunas, de modo geral, escrevem o que observam somente, ou seja, a mudança de estado físico da naftalina, do sólido para o líquido. Alguns colocam ainda a mudança do líquido para o gasoso. Na explicação, colocam os termos usados para designar as mudanças de estado físico mas, o porquê da mudança de estado físico, quando explicam, é atribuído à elevação da temperatura, por causa do aquecimento ou ainda ao fogo como pode ser visto nas explicações dadas a seguir: “passou do estado sólido para o líquido”; “passou do estado sólido para o líquido devido ao aquecimento”; “o fogo com sua alta temperatura derreteu a naftalina levando ao estado líquido”; “devido a temperatura a naftalina não poderia continuar no mesmo estado físico”.

Assim, o porquê da mudança de estado físico, ou seja, qual o efeito da temperatura para a mudança de estado físico, novamente, não é colocado.

Para a questão 4.2, **Se você determinar a massa da naftalina antes do aquecimento (m_1) e depois do aquecimento (m_2), o que você pode afirmar sobre m_1 em relação a m_2 (<, = ou >)?** que prossegue a discussão da conservação da massa, para a mudança de estado físico, foram encontradas as seguintes respostas vistas na Tabela 4.1 abaixo:

TABELA 4.1 - MASSA DA NAFTALINA

$m_1 = m_2$	$m_1 > m_2$	$m_1 < m_2$
23	11	10

tendo como explicações: para $m_1 = m_2$, “não alterou nada, só fez mudar de estado”; “a matéria não se altera”; “mudou o estado físico, mas não a massa”. Para $m_1 < m_2$, colocam que é “porque m_1 é sólido e m_2 é líquido”. Para esses estudantes, o líquido tem uma massa maior que o sólido. No caso dos estudantes que consideraram $m_1 > m_2$, dizem que é “devido a mudança de estado”. Esses estudantes consideram que mudando o estado físico, muda a massa do material que está passando por esse processo; “porque m_1 é sólido e m_2 líquido”; aqui a justificativa é contrária a colocada na resposta anterior.

Devemos notar que, embora a maioria dos alunos e alunas considere corretamente a conservação da massa nessa atividade, em termos percentuais, há uma redução em relação às atividades anteriores, não sendo considerada significativa, uma vez que não estamos controlando o significado estatístico dessa variação.

Na questão 4.3, **Proponha modelos para a naftalina antes e depois do aquecimento. Desenhe estes modelos no espaço abaixo,** pede-se que sejam propostos modelos para a naftalina antes e depois do aquecimento, tendo-se obtido os dados da Tabela 4.2 vista a seguir:

TABELA 4.2 - ESTADOS FÍSICOS DA NAFTALINA

	realista	atomista clássico	misto
sólido	43	01	0
líquido	43	0	01
gasoso	15	10	19

Os resultados encontrados, a partir dos desenhos apresentados por alunos e alunas, foram categorizados de acordo com Mortimer, assim tem-se:

Na categoria Realista, desenhos contínuos completamente. Para a categoria Atomista clássica, desenhos com bolinhas separadas umas das outras. Na categoria considerada como Mista, os desenhos apresentam fundo contínuo com bolinhas, conforme pode ser visto alguns exemplos a seguir, para respostas que consideraram a naftalina antes e depois de aquecida (estados sólido e líquido) como Realista e, se continuasse o aquecimento (estado gasoso) como Mista e como Atomista, respectivamente.



Podemos observar um número maior de representação do modelo Atomista clássico para o estado gasoso. Se for considerada a Atividade 2 em que foi pedida a mesma representação, há aqui nessa atividade um avanço significativo, pois, de início, (Atividade 2) três estudantes usaram o modelo Atomista clássico, e dois estudantes usaram um modelo Misto para o estado gasoso.

Ao final dessa série de atividades, foram realizadas algumas aulas em que, através de discussões com alunos e alunas, procurava-se chegar a modelos para os estados físicos dos materiais, tomando como base as atividades realizadas.

Para facilitar a reflexão, uma das questões propostas para levantar a discussão sobre espaços entre as partículas e o movimento delas, pedia-se para que fosse explicada a possibilidade de movimentação das pessoas no meio ambiente, cheio de ar atmosférico, a possibilidade de mergulhar na água e a dificuldade em se atravessarem paredes.

As respostas dadas atribuíam ao próprio estado físico desses materiais a possibilidade de serem atravessados sem que se explicasse a razão para o fato. Quando alguns alunos e/ou alunas colocaram a necessidade de haver espaços no ar e na água que permitissem atravessá-los e isso foi discutido, os demais pareceram “aceitar” a idéia, porque não se colocaram contrariamente.

Recorrendo a exposição de conteúdos, foi discutida a classificação dos materiais nos diversos estados físicos e a necessidade de se estabelecer critérios para classificação baseados em aspectos sensoriais (modelo realista), a forma e o volume (modelo empirista) e a existência de partículas (modelo atomista clássico). Foram ainda apresentados outros estados físicos como o estado coloidal com exemplos diversos e a distinção entre sólidos cristalinos e amorfos.

Em seguida, foram realizadas outras atividades em que se pede que seja considerado o modelo de partículas para os materiais.

Solubilidade do açúcar em água – Atividade 5

Nesta atividade, é proposto que se reflita sobre uma situação em que ocorre a dissolução do açúcar comum (sacarose) em água sendo pedido para que seja usado o modelo de partículas, que foi discutido anteriormente através de aula expositiva e de exercício de aplicação, nas respostas as questões colocadas.

Para a questão 5.1, **Se você determinasse novamente a massa desse conjunto (copo com água mais açúcar), esperaria encontrar um valor para a massa (m_2) menor, igual ou**

maior a m_1 (massa do copo com água)? Justifique sua resposta, em que a discussão sobre a conservação da massa é posta em teste devido ao acréscimo do açúcar, as respostas com as justificativas foram as seguintes, conforme colocadas na Tabela 5.1:

TABELA 5.1 - MASSA DO CONJUNTO (ANTES E DEPOIS)

$m_1 = m_2$	$m_1 > m_2$	$m_1 < m_2$
12	06	21

Para $m_1 = m_2$, as explicações foram: “ porque o açúcar se dissolve na água”; “mesmo com o açúcar as suas partículas não aumentam nem diminuem a massa da água devido a solubilidade do sólido em líquido”; “não ganhou nem perdeu massa”; porque o açúcar se mistura com a água”. Para esses estudantes, ao ser dissolvido, o açúcar não conta para a massa final. No caso de $m_1 > m_2$, as explicações foram: “porque a massa acrescentada de açúcar foi menor”, “ quando colocou o açúcar ficou embaixo mas se mexer a água fica pesada”. Porém para $m_1 < m_2$, de acordo com as colocações como: ”por causa da quantidade acrescentada”; “acrescentou 1g mesmo sabendo que o açúcar dissolve”; “porque agora a água não está pura”, percebe-se que alunos e alunas compreenderam que aqui a massa não se conserva porque o açúcar é um novo material acrescentado à água.

Com relação ao que acontece com o açúcar, questão 5.2, **Com base na sua resposta anterior, o que acontece com o açúcar acrescentado**, as respostas foram as seguintes de acordo com a Tabela 5.2 :

TABELA 5.2 - O QUE ACONTECE COM O AÇÚCAR

dissolve	mistura	absorve	deposita	derrete
28	05	03	02	01

Podemos ver que a idéia geral é que o açúcar está presente junto com a água, embora não justifiquem por que pode dissolver. Essa idéia é importante para entender mistura homogênea de sólido e líquido ou solução. Vale ressaltar que nenhum aluno ou aluna fez referência à possibilidade do açúcar ter “desaparecido”.

Quanto à representação pedida para a dissolução do açúcar na água, conforme a questão 5.3, **Proponha modelos para a água sem o açúcar (antes) e para a água com açúcar (depois). Desenhe esses modelos no espaço abaixo**, foram encontrados os seguintes resultados, apresentados na Tabela 5.3 a seguir:

TABELA 5.3 - MODELO PARA A DISSOLUÇÃO DO AÇÚCAR EM ÁGUA

	realista	atomista clássico	misto
antes	35	03	01
depois	14	03	22

De acordo com as categorias propostas por Mortimer, foram assim interpretados as representações feitas por alunos e alunas:

Para a categoria Realista, os desenhos são contínuos. Para a categoria Atomista clássico, os desenhos representam pontinhos ou bolinhas para a água e para a solução de açúcar. Na categoria considerada como Misto, a água é representada de forma contínua e o açúcar com bolinhas. Há dúvida se na representação do modelo misto as bolinhas são partículas constituintes do açúcar e/ou é porque o açúcar não é visto já que se dissolve na água, como considerou a maioria dos estudantes.

Os estudantes que representaram a água e a solução de água com açúcar segundo o modelo de partículas, Atomista clássico, desenhando pontinhos de cores diferentes, consideraram $m_1 = m_2$ na questão 5.1, vista acima, talvez por entender que sendo partículas de açúcar a quantidade acrescentada em relação à água não alteraria a massa da solução.

Ressalta-se³ que desse tópico em diante, os desenhos representativos de alunos e alunas, não serão colocados por falta de espaço neste trabalho.

Modelos conceituais de matéria – Atividade 6

O objetivo desta atividade é verificar, depois de discutir com base nas propriedades dos materiais, os modelos e as definições dos alunos e alunas para os estados físicos dos materiais e a sua constituição, respondendo às questões 6.1 e 6.2. Vale lembrar que, no início, foi feita a Atividade 1, onde as definições para os estados físicos também foram solicitadas antes, porém, de qualquer discussão. Aqui foram usados os mesmos frascos descritos na Atividade 1.

Para a questão 6.1, **Suponha que fosse possível “radiografar”, a nível microscópico, os conteúdos dos frascos 1, 2 e 3. Como você representaria os materiais contidos nesses frascos? Desenhe sua representação**, foram encontrados os resultados apresentados na Tabela 6.1 vista a seguir:

TABELA 6.1 - REPRESENTAÇÃO DOS MATERIAIS DE ACORDO COM OS ESTADOS FÍSICOS

	realista	atomista clássico
sólido	26	11
líquido	27	11
gasoso	11 + 12*	14

As representações feitas por alunos e alunas foram interpretadas, seguindo a indicação feita por Mortimer (2000) considerando as seguintes categorias:

Realista, desenhos contínuos. Atomista clássico, desenhos de bolinhas ou pontinhos, conforme já explicitado.

Deve-se ressaltar que doze estudantes, marcados com * na Tabela 6.1, representaram o frasco 3 como viram, isto é, aparentemente vazio.

Na questão 6.2, **De acordo com o que foi discutido em sala, responda: o que é uma matéria sólida, líquida, gasosa?** as definições dadas por alunos e alunas para os estados físicos estão na Tabela 6.2, vista abaixo:

TABELA 6.2 - DEFINIÇÕES DE ESTADOS FÍSICOS

	realista	empirista	atomista clássica
sólida	32	06	09
líquida	27	06	09
gasosa	30	08	08

As categorias apresentadas na Tabela 6.2 estão de acordo com a indicação de Mortimer para os estados físicos dos materiais, assim tem-se:

Na categoria Realista, definições como: “é tudo que se pode pegar”; “é tudo que se vê”; “tem consistência, resistência” (para o sólido); “tem forma de água” (para o líquido) “não se pode pegar”; “não tem consistência” “tem forma de vapor” (para o gasoso). Na categoria Empirista, os estudantes referem-se à forma e volume da matéria para os três estados físicos, definindo-os corretamente. Por fim, na categoria Atomista clássica, referem-se a partículas,

moléculas ou átomos e espaços entre elas ou a organização da matéria, com definições como: “as partículas estão bem afastadas umas das outras”, para o estado gasoso.

Deve-se colocar que alguns alunos e alunas fizeram referência a mais de uma definição para os estados físicos.

Comparando esses resultados com os resultados apresentados na Atividade 1, em relação à representação e definição dos estados físicos dos materiais, há um avanço nos modelos apresentados inclusive porque o número de respostas Realista inclui aqueles que fizeram referência a outros modelos também.

Vale ressaltar que nas Atividades 5 e 6, apesar de ser colocado que se deveria levar em consideração o modelo de partículas, o que implicaria uma indução de respostas, os alunos e alunas responderam, muitas vezes, sem fazer essa consideração o que pode mostrar uma resistência de alguns, respondendo conforme os seus modelos.

Solubilidade da naftalina na água e na gasolina – Atividade 7

Um dos objetivos dessa atividade é verificar a solubilidade dos materiais, discutindo a conservação ou não da massa.

Nas questões 7.1, **Sendo a massa da água antes de colocar a naftalina igual a m_1 e a massa da água com a naftalina igual a m_2 , m_1 é maior, menor ou igual a m_2 ?** e 7.2, **Sendo a massa da gasolina antes de colocar a naftalina igual a m_1 e a massa da gasolina com a naftalina igual a m_2 , m_1 é maior, menor ou igual a m_2 ?** novamente é colocado em teste a conservação da massa devido ao acréscimo da naftalina, semelhante à questão 6.1, vista anteriormente, tendo-se obtidos os resultados apresentados nas Tabelas 7.1 e 7.2 a seguir:

TABELA 7.1 - MASSA PARA O SISTEMA ÁGUA E NAFTALINA

$m_1 = m_2$	$m_1 < m_2$	$m_1 > m_2$
04	29	05

TABELA 7.2 - MASSA PARA O SISTEMA GASOLINA E NAFTALINA

$m_1 = m_2$	$m_1 < m_2$	$m_1 > m_2$
08	29	01

Note-se que na Atividade 5, o número total de estudantes que participaram foi o mesmo que nesta atividade, obtendo-se, naquela, 21 alunos e alunas que consideraram $m_1 < m_2$, mostrando assim que, a cada atividade, a compreensão das questões colocadas e discutidas vai aumentando.

Finalmente, a questão 7.2, **Represente, através de desenhos, o que ocorre com a água e naftalina e gasolina e naftalina**, pede para que alunos e alunas representem o que ocorre com os sistemas antes e depois de acrescentar a naftalina, tendo-se obtidos os resultados apresentados na Tabela 7.3 abaixo:

TABELA 7.3 - SISTEMAS ÁGUA E NAFTALINA E GASOLINA E NAFTALINA

Realista		Atomista clássico		Misto	
Antes	depois	Antes	depois	Antes	depois
31	24	08	07	01	07

Na Tabela 7.3, quando se faz referência a antes, quer indicar água ou gasolina e depois, quer indicar água e naftalina ou gasolina e naftalina.

Os resultados apresentados nesta questão têm como referência as categorias propostas por Mortimer, conforme citação anterior sendo, portanto, colocados na categoria Realista os desenhos contínuos, na categoria Atomista clássico, os desenhos que representam bolinhas, inclusive de cores diferentes para as misturas, e na categoria Misto, os desenhos em que o líquido é contínuo e a naftalina é representada por pontinhos ou bolinhas.

Ao final da aplicação das atividades, levando-se em conta os resultados obtidos e analisados nesta pesquisa, alguns aspectos devem ser considerados para que se possa verificar se houve evolução no modelo para os materiais e seus estados físicos.

Para as representações dos estados físicos, os alunos e alunas apresentam algum avanço no perfil, passando de um modelo contínuo, Realista, da matéria nos três estados físicos, conforme apresentado inicialmente na Atividade 1 por todos, para um modelo descontínuo, Substancialista ou Atomista clássico, apresentado por alguns nas atividades seguintes, embora a maioria tenha mantido a representação Realista. Pode-se observar que um maior avanço é apresentado para o estado gasoso.

Com relação às definições dos estados físicos dos materiais, ocorre também um avanço no perfil pois alunos e alunas que se referem, na Atividade 6, a definições Empírica e Atomista clássica, além da Realista, são em maior número do que na Atividade 1.

Para o modelo de matéria constituído por partículas, devem ser analisados aspectos como a conservação da massa, a existência de espaços vazios e o movimento das partículas.

Conforme discutido em várias atividades, para a conservação ou não da massa, houve avanço desde o início ainda nas atividades consideradas como pré-testes com relação a esse aspecto. Nos pós-testes, quando a atividade requeria variação da massa por acréscimo de material, também houve avanço nesse entendimento à medida que as atividades foram sendo realizadas.

A compreensão da existência de espaços vazios seria traduzida por representações descontínuas e/ou explicações, segundo o modelo de partículas. Pôde-se observar que, nas discussões, parecia haver o entendimento de que há espaços maiores ou menores, de acordo com o estado físico dos materiais, que permitiria ou não os atravessar mas, nas representações, essa compreensão deveria ser evidenciada por um número maior de estudantes, muito embora tenha havido um avanço nas representações e definições colocadas por alunos e alunas .

Com relação ao movimento de partículas, pôde-se constatar que há poucos alunos e alunas escrevendo nas suas respostas algo sobre isso.

Considerando as condições em que as atividades foram executadas para uma turma de 45 alunos e alunas em média que de início representavam e/ou definiam de forma Realista os materiais, tem-se ao final cerca de 08 a 14 alunos e alunas definindo e/ou representando a matéria como descontínua, podendo ser colocada no nível Atomista clássico, mantendo uma coerência entre as respostas dadas; isso representa um avanço considerável e corrobora a nossa visão inicial de que o começo das atividades em Química deve ser feito a partir do entendimento das propriedades dos materiais para que se possa chegar à constituição dos mesmos a nível de partículas.

Referências

- MORTIMER, E.F., Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências. UFMG, Belo Horizonte, 382p., 2000.
, Perfil conceitual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. Infancia y Aprendizage. 24(4), 475-490, 2001.

- , Introdução ao estudo da Química. FoCo, CECIMIG, Belo Horizonte, vol. I, cap. 7, p. 93-118, 2001.
- & MACHADO, A.H., Química para o ensino médio. Scipione, São Paulo, vol. único, cap. 2 e 4, p. 19-21, 27-30, 67-88, 2002.
- SCHNTZLER, R.P. & ROSA, M.I.F.P., Sobre a importância do conceito *transformação química* no processo de aquisição do conhecimento químico. Química Nova na Escola. n.8,p.31-53, 1998.