



Experimentação e Modelagem no ensino de Química: Temperatura e Mudanças de Estado Físico da Matéria

Edimar Henrique Sella (IC)^{1*}, Marcela Esposito Baena (IC)¹
Caio Seiji Nagayoshi (FM)², Valéria Campos dos Santos (PG)¹
Agnaldo Arroio (PQ)¹

¹Faculdade de Educação – USP, ²Escola de Aplicação – FE - USP, *edimar_henrique@hotmail.com

Palavras Chave: experimentação, modelagem, níveis representacionais, estados físicos da matéria.

Resumo: O presente trabalho explora relações estabelecidas entre os conceitos de temperatura, agitação das partículas, arranjo estrutural das partículas e mudança de estado físico da matéria por alunos do 8º e 9º ano do ensino fundamental da Escola de Aplicação da FEUSP/SP. Foram feitas intervenções no contraturno dos alunos visando não só a complementação de sua formação, mas também a introdução e aprofundamento nos conhecimentos de química. Os estudantes foram instigados a propor modelos representacionais dos níveis macro, micro e simbólico e a questionar a validade desses modelos quando colocados em prática. Foram feitos experimentos visando a visualização da mudança de estados físicos e relacionando a temperatura com o grau de agitação das partículas. Os resultados corroboram a utilização da experimentação como método eficaz de visualização e complementação da modelagem na educação.

INTRODUÇÃO

Os modelos determinam aquilo que é aceito como explicação para os questionamentos leigos ou científicos. O uso de modelos é parte integrante do processo de aquisição de conhecimento pelo aluno. Existem três tipos básicos para elaborar as explicações dos fenômenos: representações proposicionais, imagens e modelos mentais. Pessoas raciocinam em termos de modelos mentais. Eles são análogos estruturais do mundo e as imagens são visualizações desses modelos sob um determinado ponto de vista (GIBIN E FERREIRA, 2010).

Nesse sentido, Norman (1983) aprofunda mais o tema ao explicar:

As principais características dos modelos mentais são: são incompletos – geralmente as pessoas possuem a habilidade de ‘executar’ seus modelos mentais de forma muito limitada; são instáveis – as pessoas esquecem detalhes do modelo; não têm fronteiras bem definidas – operações e conceitos semelhantes são confundidos; são ‘não científicos’ – as pessoas matem padrões de comportamento ‘supersticiosos’, mesmo quando sabem que não são necessários, assim, os modelos mentais de uma pessoa refletem suas crenças sobre o sistema em estudo e, por fim, são econômicos – os modelos elaborados tendem a ser o mais simples possível. Dessa forma, em investigações sobre modelos mentais é importante esperar que os modelos apresentados possam ser equivocados, ambíguos e incompletos (NORMAN, 1983).

Os níveis representacionais têm de se fazer claros aos pupilos com o passar do tempo. Devem ser constantemente abordados para que a sedimentação do conhecimento faça-se estável; seja base para a retomada das informações e os conceitos já abordados, e para o acréscimo de conceitos su-

pervenientes.

De acordo com Johnstone (1983), uma das dificuldades encontradas na aprendizagem de química é a necessidade da compreensão dos conteúdos em três níveis de representação assim denominados: macroscópico, submicroscópico e representacional.

Dessa forma, como conduzir o aprendiz a transitar entre os modos de representação e ainda, instigá-lo a regular seu processo de aprendizagem revendo e reavaliando seus modelos mentais?

A construção do conhecimento por parte do aluno deve ser fruto de uma reflexão e interação do aprendiz com o novo conhecimento apresentado. Ele deve construir e transformar ativamente seus próprios significados e não acumular passivamente o conhecimento transmitido (LOCATELLI e ARROIO, 2011).

O ensino de química precisa ser pensado como algo inserido no contexto social, que dê ao aluno significado e o instigue a seguir na busca constante por conhecimento. Nesse sentido:

A aprendizagem sendo significativa poderá permitir o desenvolvimento pleno do indivíduo como cidadão atuante e agente modificador, uma competência desejável a ser desenvolvida pelos estudantes, em particular, no que se refere à disciplina de química (LOCATELLI e ARROIO, 2011).

Para que isso seja possível, a educação deve visar formar um estudante que seja capaz de formular perguntas e encontrar respostas. Assim, torna-se

crucial que o estudante reflita sobre seus saberes e sobre a forma como ele produz seus conhecimentos, algo que se chama metacognição. (LOCATELLI e ARROIO, 2011)

METODOLOGIA

O presente estudo foi feito durante as atividades semestrais do Programa Institucional de Bolsa à Iniciação à Docência, o PIBID. Durante aproximadamente quatro meses, foram feitas intervenções dos alunos do PIBID de graduação e licenciatura em química na Escola de Aplicação da Universidade de São Paulo, que facilitou o acesso a recursos de mídia e laboratório químico e sala para realização das atividades no contraturno dos alunos.

A atuação dos bolsistas visa aos futuros professores receberem orientação no planejamento, desenvolvimento de estudos e atividades inerentes à educação. Simultaneamente, os alunos do Ensino Fundamental recebem informações, desempenham atividades extracurriculares e começam a construir seu próprio conhecimento no estudo de química.

As intervenções foram realizadas por duplas de bolsistas, ministradas para alunos da oitava e nona séries do ensino fundamental, na sala de aula no laboratório de química. Os alunos frequentaram regularmente os encontros semanais, de modo que havia pelo menos de três a quatro alunos por tarde nas intervenções de química.

No ensino fundamental, o aluno é introduzido a conhecimentos químicos no decorrer das aulas de ciências e de biologia. No contraturno, esse aluno teve a oportunidade de aprimorar e aprofundar mais esses conhecimentos, formar conceitos básicos que envolvessem: modelagem atômica; temperatura e mudança de fase; carga e miscibilidade; substâncias puras e misturas; entre outros.

O presente trabalho apresenta o resultado de uma das intervenções realizada na Escola de Aplicação, que teve como tema: “Temperatura, Agitação e Mudanças de Estado Físico da Matéria”. Com essa intervenção, objetivava-se que os alunos se tornassem capazes de transitar entre os meios microscópico, macroscópico e simbólico; correlacionassem as mudanças de temperaturas com as de estado físico; aprendessem as diferenças de agrupamento das partículas em cada um dos estados.

Para averiguar quais eram os conhecimentos prévios dos alunos, a dupla de bolsistas usou o inquérito, a investigação verbal, e a coleta de informações por meio da livre representação sugerida aos estudantes: o desenho e/ou a escrita.

Primeiramente, foi solicitado aos alunos que relatassem suas ideias sobre o tema a ser abordado na intervenção. Posteriormente, eles escreveram ou desenharam seus conhecimentos. Esse material foi utilizado numa avaliação comparativa, do antes, e do após a intervenção.

Os conceitos químicos foram introduzidos aos alunos tendo por base sempre a experimentação no laboratório de química. Os experimentos realizados, cada um evidenciando mudanças de estado diferentes, foram: aquecimento e resfriamento do iodo num béquer tampado por vidro de relógio (sublimação); formação de “nuvem” de álcool na boca da garrafa plástica previamente agitada (vaporização); e degelo de pedras de gelo tingidas previamente com azul de metileno imersas em óleo (fusão).

O aspecto microscópico, quando não previamente modelado pelos alunos, foi sendo conduzido à criação de modelos pelos alunos, que explicassem ou respondessem a seus questionamentos do início, ou que tenham vindo à tona durante a intervenção.

Os alunos foram orientados a anotarem todas as suas observações e a fazerem sugestões do que imaginavam que pudesse vir a acontecer no experimento, antes dele ser realizado, tendo conhecimento prévio somente dos reagentes e da instrumentação.

Após a realização do experimento os alunos representaram o que aprenderam, de forma a finalizar suas anotações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram três os alunos participantes dessa intervenção, que serão chamados de: Aluno 1, Aluno 2 e Aluno 3. O diagnóstico efetuado no início da intervenção mostrou que todos os três alunos que participaram estavam familiarizados com os conceitos de estados da matéria, tanto em nível macroscópico quanto microscópico. Eles foram capazes de relacionar o estado físico (embora não usando esses termos) com o grau de compactação das moléculas. Como exemplo temos a Figura 1:

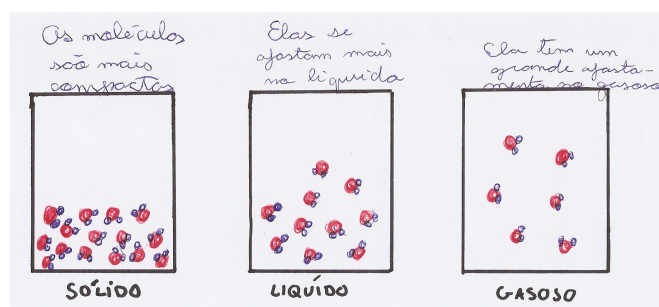


Figura 1 - Diagnóstico Modelo Estados da Matéria (Aluno 3)

De acordo com o Aluno 1:

“Quando a água está em seu estado sólido, as moléculas estão mais agrupadas”.

O Aluno 2 foi o único a citar a temperatura mais baixa, ambiente e mais elevada como variável capaz de interferir na mudança de estado físico:

“A água muda de estado, estando gelada, em TA (temperatura ambiente) e quente”.

Isso não significa que os outros dois alunos não tenham feito essa associação. Os outros dois alunos acharam mais importante falar da separação das moléculas em cada estado físico.

O Aluno 1 optou pelo desenho e pela escrita como forma de reprodução de seus pensamentos. No experimento do gelo ele afirma que:

“(…) a temperatura está quente, o gelo derrete e vai se separando do óleo”.

Até esse momento, ele não faz associação da temperatura com a agitação das moléculas. Quando o experimento do álcool é feito, ele conclui:

“Quando as moléculas se movimentam elas produzem um certo calor e o álcool se torna gasoso”.

O Aluno 3 também foi capaz de relacionar a temperatura com a agitação. Ele usa o termo ‘acelerar’ para expressar o movimento das moléculas:

“As moléculas começam a acelerar e por isso é produzido o calor que faz a troca de estado”.

É possível observar que nesse ponto os alunos já relacionaram a mudança de fase com a agitação das partículas que compõem a matéria em estudo e com a formação de calor.

Aos alunos foram apresentadas substâncias que seguem o padrão anteriormente observado por eles: sólido => líquido => gasoso. E também foi apresentado o iodo, que, diferente das outras substâncias, sublima quando aquecido, sendo, portanto, a exceção a esse ‘padrão’.

Ao serem perguntados, os alunos disseram que não sabiam o porquê de o iodo recrystalizar nas paredes e no vidro de relógio, a exceção do Aluno 3, que sugeriu uma explicação baseada na concentração de gás de iodo no béquer.

Segue a anotação do Aluno 3 e seu modelo representado pela Figura 2 para explicar a formação de cristais do iodo com base na concentração do vapor de iodo:

“Aprendi que dependendo da substância, as transformações de estado físico varia, por exemplo, o iodo. Também vi que dependendo da concentração,

a transformação pode ou não mudar”.

O aluno relacionou a formação de cristais na parede do béquer com o fato do sistema estar fechado e que por isso haveria um acumulo de gás, tornando o meio ‘mais concentrado’ de iodo gasoso. Quando o meio está ‘menos concentrado’ de gás não haveria possibilidade de formação de sólido nas paredes do béquer. Isso foi desmistificado pelos bolsistas com o uso da analogia do vapor de água no banho, que encontra a parede fria no banheiro. Ainda que as janelas estejam abertas, o vapor de água encontra a parede, deixando-a úmida. Os alunos então foram conduzidos a pensar na temperatura da parede e na temperatura do vapor. E se haveria alguma troca de calor entre os dois e se isso não poderia acontecer também com o iodo e as paredes do béquer.

Dessa forma o modelo mental do aluno foi reestruturado com a associação de um exemplo cotidiano ao fenômeno observado no laboratório químico.

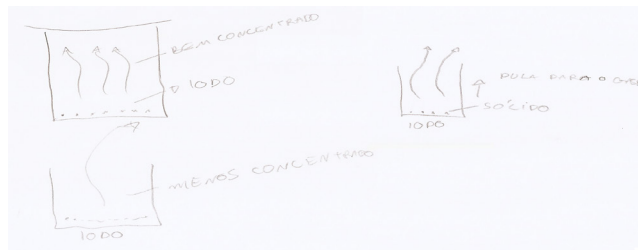


Figura 2 - Modelo do Aluno 3 para explicar a formação de cristais de iodo com base na concentração do vapor de iodo

Nessa intervenção, o aspecto macroscópico da mudança de estado físico foi bem trabalhado com os experimentos. O nível microscópico também foi trabalhado adequadamente quando se abordou a relação da agitação, o movimento das partículas e a transmissão de calor, que leva a fusão, vaporização ou sublimação. Os alunos já tinham mentalmente formado o modelo da molécula de água e, portanto, esse nível representacional foi considerado satisfatório para o tema em questão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados foram satisfatórios, os alunos foram capazes de modelar usando diferentes níveis representacionais, a visualização se deu por meios acessíveis, com baixo custo e os objetivos pretendidos foram alcançados. Os bolsistas também tiveram crescimento em sua formação e obtiveram conhecimento acadêmico.

Educar utilizando a metalinguagem e a visualização pode não ser tarefa fácil, no entanto, a prática e a utilização de metodologia e instrumentação adequadas auxilia o professor a contextualizar o

ensino, de modo que o conteúdo trabalhado seja assimilado e construído, não apenas transmitido de modo tradicional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. A. Formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. *Quim. Nova*, Volume 33. N° 8, p. 1809-1814, 2010;

JOHNSTONE, A. H.; *J. Chem. Educ.* 1993, 70, 701.

JOHNSON-LAIRD, P. F. M. *Mental Models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*, 1ª Ed., Harvard University Press: Cambridge, 1983;

LOCATELLI, Solange. W.; ARROIO, Agnaldo. Desenhando Moléculas e Pensando Sobre Elas: habilidade metaversual no ensino de Isomeria Geométrica. *Revista Brasileira de Ensino de Química*. Volume 6, N°1, p. 99-112, jan/dez, 2011;

NORMAN, D. A. Mental Models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L.; orgs; Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ, 1983.