



Nelson Orlando Beltran

A seção “Aluno em foco” traz resultados de pesquisas sobre concepções alternativas de estudantes, sugerindo formas de lidar com estas concepções quando se busca propiciar a eles o aprimoramento no processo de construção dos conceitos científicos. Neste artigo, o autor nos traz uma reflexão sobre concepções alternativas de seus alunos, quando deles foi solicitada a elaboração de modelos para representar e compreender os movimentos das partículas atômicas.

► simultaneidade e sincronia, modelos animados, concepções alternativas ◀

14

A compreensão de teorias e a aplicação de modelos explicativos exige de nossos alunos o estabelecimento de relações entre os fenômenos observáveis e o não diretamente observável universo das partículas de dimensões atômicas. Por outro lado, apresentar aos alunos do ensino médio as teorias e os modelos explicativos já prontos, sem que eles tenham conhecimento dos processos que levam a sua construção, não constitui a melhor estratégia para torná-los independentes nas elaborações de tais raciocínios. Concordo com Lopes (1996) quando afirma: “...ser muito mais importante que os alunos compreendam a multiplicidade dos fenômenos com que trabalhamos, reconhecendo-os, sabendo descrevê-los e explicá-los com modelos, em vez de se prenderem a classificações mecânicas, como reações de dupla troca, simples troca etc.”

Para compreender como os modelos foram e são elaborados, considero fundamental que nossos alunos vivenciem situações em que eles mesmos tenham a oportunidade de observar os fenômenos e elaborar explicações. Dessa forma, eles podem perceber a abrangência e as limitações de um modelo. Não se trata de construir novamente todo o conhecimento químico,

mas de vivenciar situações em que são necessários raciocínios nos quais os processos de proposição de explicações e de recolhimento de observações dos fenômenos devam ser feitos de forma correlacionada.

Os fenômenos químicos são explicados com base em modelos atômico-iônico-moleculares envolvendo movimento e interação entre as partículas. Muitas vezes a compreensão desses modelos exige de nossos alunos abstrações muito difíceis, principalmente para iniciantes do ensino médio. Porém, cada vez que um aluno consegue compreender como o modelo explica o fenômeno, e perceber as limitações de um determinado modelo, ele estará dando passos seguros em direção à aquisição de uma autonomia de raciocínio altamente desejável no estudante em geral e no de química em particular.

O relato linear sobre a sucessão dos modelos atômicos consagrados não permite aos alunos compreender os processos envolvidos em suas elaborações. Entretanto, a vivência de situações em que tenham a chance de transitar entre os fenômenos observáveis e o inobservável universo dos modelos possibilita aos alunos a compreensão dos caminhos e descaminhos percorridos na história da química.

A seguir, relato algumas atividades

em que os alunos são solicitados a elaborar explicações e a se utilizarem de modelos. Nelas constatei uma concepção alternativa freqüente nos alunos de ensino médio.

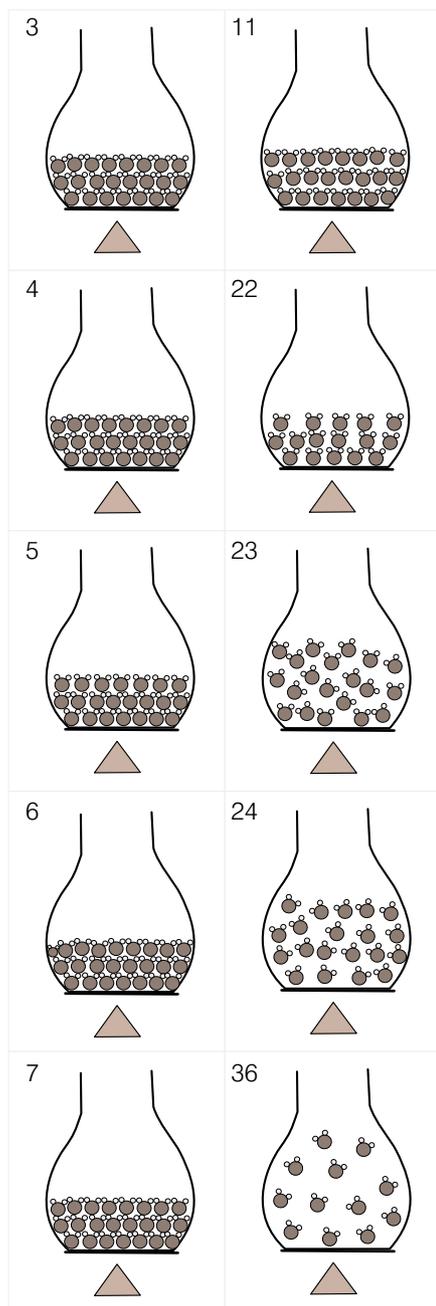
Desenho animado: uma brincadeira produtiva

Para poder discutir com os alunos as idéias que eles elaboram sobre o comportamento das partículas, realizo uma atividade que tem se mostrado bastante elucidativa.

Nela proponho que os alunos escolham um dado fenômeno, como por exemplo, a fusão de uma substância, a recristalização ou a dissolução. Peço que produzam uma animação sobre o fenômeno em que as partículas sejam os ‘personagens’, atribuindo-lhes movimentos e representando o processo antes, *durante* e depois da transformação.

A técnica mais utilizada para a produção da animação é sobrepor figuras desenhadas uma a uma em folhas de papel, de maneira que a sobreposição de figuras crie aos olhos uma ilusão de movimento, tal como no exemplo apresentado no encarte da revista. Alguns grupos de alunos chegaram a utilizar videocassete ou ainda recursos em computação gráfica, porém os melhores resultados que obtive foram os realizados com animação em papel, possivelmente porque os que fizeram o trabalho em vídeo ou computador ficaram muito mais interessados na técnica de animação do que nos problemas físicos e químicos envolvidos. Com essa atividade, pude muitas vezes ‘enxergar’ algumas concepções alternativas que nunca percebera antes.

Vejam, por exemplo, na Sequência 1, algumas cenas de uma animação que um grupo de alunas fez para representar a fusão de um pedaço de gelo.



Seqüência 1: Representação de alunas para a fusão da água (animação com 36 'fotogramas').

As perguntas que a 'visualização' de suas idéias me permitiu fazer tomaram nossa conversa bastante rica e propiciaram interessantes reflexões.

Reproduzo aqui parte da conversa que tivemos.

Eu: Nos quadros 3 e 4 estão representadas 23 moléculas, no quadro 5 apenas 22 e no quadro 6 o número aumenta para 24, voltando para 23 no quadro 7. O número de moléculas foi uma preocupação de vocês durante o trabalho?

Aluna 1: Não. Deveria ser?

Eu: Depende do que se quer representar. Vejam por exemplo no quadro 11, vocês representaram apenas 16 moléculas. Onde estão as outras? Para onde elas foram? Não eram 23 inicialmente?

Aluna 1: Confesso que não tínhamos pensado nisso. Neste quadro estávamos preocupadas em representar que as moléculas se distanciavam umas das outras.

Eu: Por que vocês acham que as moléculas se distanciam umas das outras? As moléculas se distanciam durante a fusão do gelo?

Aluna 2: No quadro 11 não está ocorrendo a fusão. A fusão só ocorre no quadro 23.

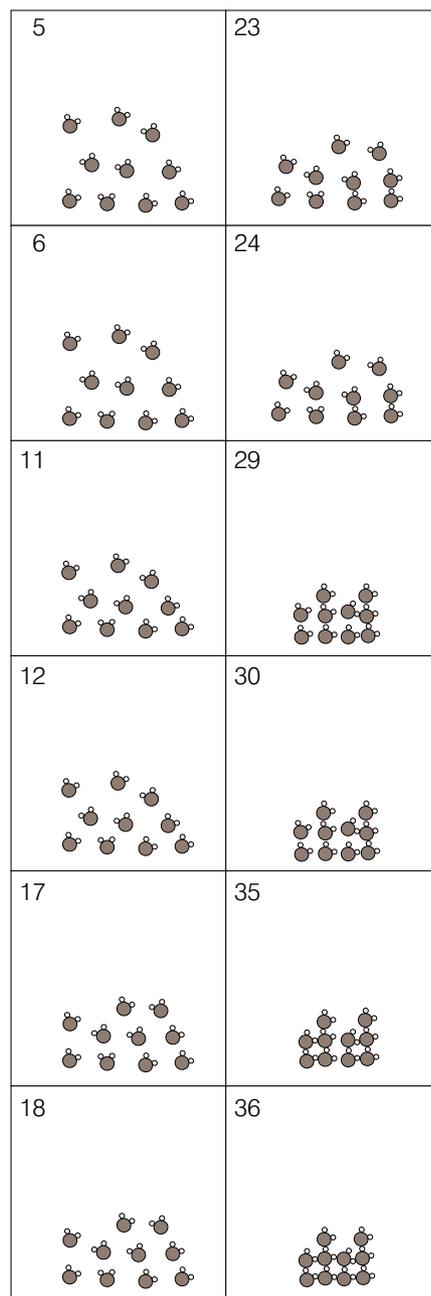
Eu: Explique, pois eu não entendi.

Aluna 2: Até o quadro 22 o gelo está sólido, no quadro 23 ocorre a fusão e no quadro 24 o gelo descongelou e está água líquida.

Ficou claro que as meninas concebiam uma simultaneidade das partículas de água na fusão do gelo, isto é, todas as partículas de água se 'separavam' simultaneamente. Elas estavam atribuindo um só instante para a fusão do gelo.

Até esse trabalho de animação e a constatação na conversa que tive com essas meninas, nunca havia percebido essa idéia de simultaneidade que muitas vezes aparece nas concepções de nossos alunos, e acredito que sem esse tipo de atividade eu dificilmente a teria notado. A possibilidade de 'enxergar' as idéias dentro da cabeça de nossos alunos — e poder interagir com elas — é, a meu ver, a grande virtude desse tipo de atividade. O mesmo caráter de simultaneidade aparece em outras animações. Vejam, na Seqüência 2, a representação que dois meninos fizeram para a solidificação da água.

Nessa representação, os meninos não mudaram o número de moléculas em nenhum dos quadros. Claramente se preocuparam em conservar as 'dez moléculas' em todas as cenas da animação. Porém, é fácil perceber uma sincronia entre elas. O movimento é apenas de translação, aproximando-as umas das outras. As moléculas, na representação dos meninos, não



Seqüência 2: Representação de alunos para a solidificação da água (animação com 36 'fotogramas').

apresentam movimento de rotação. Todas movem-se em sincronia.

A conversa que mantive com os alunos sobre essa sincronia foi muito interessante e as seguintes perguntas que fiz os deixaram muito pensativos:

O gelo se forma instantaneamente ou demora algum tempo? Ele começa a se formar por dentro ou por fora?

Eles disseram que não tinham pensado sobre isso e resolveram observar novamente a solidificação do gelo. Incentivei-os a colher novas observações sobre o fenômeno.

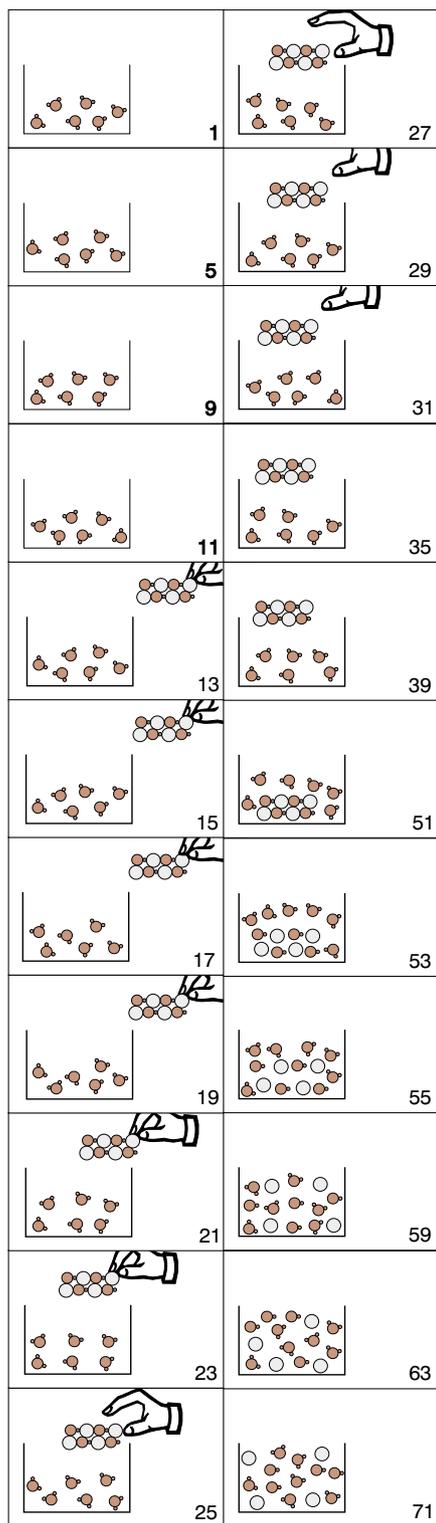
Um comentário interessante sobre os dois trabalhos de animação até agora apresentados é que as partículas da água foram representadas com maior espaçamento no estado líquido que no estado sólido. Uma discussão com os alunos sobre as densidades e essa anomalia que a água apresenta, lembrando-lhes de que o gelo é dez por cento menos denso que a água líquida, pôde levá-los a repensar as representações propostas.

Contudo, não é apenas nas mudanças de estados que aparecem a simultaneidade e a sincronia. Vejam, na Seqüência 3, a representação que um grupo de meninos fez da dissolução e dissociação do hidróxido de sódio.

O trabalho desses meninos é interessante em muitos aspectos. Além da beleza do ponto de vista artístico, pode-se perceber que eles tiveram muitas preocupações ao fazerem as representações: primeira, o número de partículas não muda, senão quando se introduz o hidróxido de sódio. Uma segunda preocupação, que fica clara neste trabalho, é a de atribuir um movimento de rotação para as moléculas de água. Uma terceira preocupação elogiável, é a de representar a dissociação iônica das partículas. Podemos, sem muito esforço, encontrar outros atributos no trabalho dos meninos, mas não se deve deixar de perceber a simultaneidade na separação — dissolução e dissociação — das partículas do hidróxido de sódio. Neste trabalho aparece também a sincronia no movimento das partículas.

Simultaneidade camuflada, em prova na 3ª série do 2º grau

Após um trabalho de semanas envolvendo diversos experimentos — que propiciaram muitas reflexões sobre a velocidade das reações químicas e a identificação dos principais fatores que as influenciam — e após diversas discussões sobre os modelos explicativos de que podemos lançar mão para compreender e explicar os fenômenos envolvidos, submeti meus alunos da terceira série do nível médio a uma avaliação escrita com a expectativa de que os resultados mostrassem um domínio bastante grande dos conceitos envolvidos. O resultado da



Seqüência 3: Representação dos alunos para a dissolução do hidróxido de sódio (animação com 74 'fotogramas').

prova foi satisfatório, porém as respostas que a maioria dos alunos deu a uma das questões me deixou surpreso. A questão proposta foi:

Explique, usando a teoria das colisões e o conceito de complexo ativado, por que a velocidade de uma

reação química aumenta com a elevação da temperatura do sistema.

Um hábito que adquiri com o passar dos anos é ler todas as respostas dadas a uma mesma questão nas provas de todos alunos de uma mesma turma, para depois passar à leitura de outra questão. Esse hábito me ajuda a perceber dificuldades que os alunos possam apresentar.

As respostas que obtive me pareceram bastante boas em uma primeira leitura. Eis uma delas.

A elevação de temperatura provoca um aumento na energia cinética das moléculas, aumentando os choques e a energia dos choques, fazendo com que as moléculas atinjam mais facilmente o complexo ativado.

Cheguei a reler inúmeras vezes cada uma das respostas, pois alguma coisa me intrigava.

Vejam outras respostas:

Elevando a temperatura, as moléculas recebem mais energia fazendo com que elas, ao se chocarem, atinjam o complexo ativado com maior facilidade, reagindo mais rapidamente.

O aumento de temperatura faz as moléculas atingirem o complexo ativado com maior facilidade, pois os choques ocorrerão com maior energia.

Percebi o que havia de estranho, ao reler a resposta dada por uma das alunas, Daniela Munhoz.

Ao elevarmos a temperatura do sistema, aumentamos a energia cinética média das moléculas, fazendo com que um maior número de choques atinja a energia do complexo ativado, aumentando então a rapidez da reação.

Qual era a grande diferença entre a resposta de Daniela e as outras?

O que havia de estranho nas respostas dos outros alunos?

Foi então que me perguntei se alguns de meus alunos da terceira série do nível médio não estariam apresentando a mesma concepção de simultaneidade que constatei nos alunos da primeira série nas atividades de animação? Será que essas respostas apresentam um raciocínio de simultaneidade de 'comportamento' das moléculas? Será que eles acham que todas as moléculas atingem a energia

Veja como funciona a técnica de animação

Recorte o encarte, obtendo as 36 figuras retangulares. Organize-as em ordem numérica, colocando-as uma sobre a outra como um monte de cartas de baralho.

Segure firmemente com uma das mãos o monte de 36 figuras e com a outra faça as figuras passarem na frente de seus olhos com uma velocidade constante. Repita a operação algumas vezes até encontrar a melhor velocidade para enxergar uma animação contínua nos movimentos desenhados nas figuras.

A superposição de figuras, desenhadas com pequenas mudanças de uma para a outra, cria aos olhos humanos uma ilusão de movimento contínuo, dando-nos a impressão de que os corpos desenhados movimentam-se sem interrupção.

do complexo ativado simultaneamente? Será que eles concebem que todas as moléculas de um sistema possuem a mesma energia?

Resolvi conversar com os alunos sobre as questões relativas à simultaneidade e constatei, durante a conversa, que muitos deles apresentavam essa concepção alternativa: segundo eles, todos os choques ocorreriam com a mesma energia, e ao se elevar a temperatura do sistema, todos os

choques ocorreriam com maior energia, alcançando a energia do complexo ativado *simultaneamente*.

A simultaneidade concebida pelas meninas na fusão do gelo, que só pode perceber na atividade de desenho animado, é bastante semelhante à apresentada pelos alunos da terceira série ao responder a questão da prova, pois ao dizerem que as moléculas iriam atingir ao mesmo tempo a energia do complexo ativado explicitavam a concepção de simultaneidade. Acho que eu não perceberia essas dificuldades que meus alunos da terceira série apresentavam nesse momento se não tivesse identificado essa concepção de simultaneidade em outro momento, com a aplicação da atividade de animação.

Pude constatar, em outros momentos, que essa concepção de simultaneidade das partículas é muito mais freqüente do que em geral percebemos. Contudo, acredito que sem o trabalho de animação dificilmente conseguiria perceber a concepção de simultaneidade e de sincronia que meus alunos apresentaram.

Esse episódio no estudo de cinética reforçou para mim a necessidade de atividades como a de desenho animado desde a primeira série. Esse tipo de atividade possibilita trocas nas quais tenho a chance de chamar a atenção de meus alunos sobre alguns fatos que são observáveis mas que a animação proposta não está explicando, ou, ainda, chamar a atenção sobre alguns movimentos das partículas que

não correspondem aos fenômenos observados. Com isso, permito a eles reelaborarem as idéias sobre os fenômenos e muitas vezes desenvolverem 'novas' maneiras de enxergá-los. Com esse trabalho, as idéias sobre a movimentação das partículas ficam 'visíveis', permitindo um diálogo com os alunos sobre o tema.

Qual é a razão de muitos alunos apresentarem essas concepções de simultaneidade e sincronia nos movimentos das partículas? A simultaneidade apresentada é própria dessa atividade de animação? Afinal, parece-me mais fácil desenhar movimentos sincronizados e simultâneos. Acho que não, pois meus alunos da terceira série, que apresentaram dificuldades para a compreensão do uso do modelo de complexo ativado e muitos outros em outros momentos em que percebi essa concepção, não fizeram a atividade de animação. Porém, saber a razão por que os alunos apresentam essas concepções alternativas poderia ser um tema bastante interessante a ser investigado. Se você fizer a investigação, escreva-nos relatando-a.

Nelson Orlando Beltran é professor de química do nível médio na Escola Logos, em São Paulo, e mestrando na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

Referência Bibliográfica

LOPES, A.R.C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 7-9, nov. 1995.

EVENTO

XVII EDEQ

O XVII EDEQ (Encontro de Debates sobre o Ensino de Química) será realizado de 16 a 18 de outubro de 1997, na UNIJUÍ (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul), em Ijuí - RS.

Objetivo geral

Propiciar o confronto de idéias e práticas sobre o papel da pesquisa na formação dos profissionais e educadores em Química.

O tema central do encontro será "A

Pesquisa na Formação em Química", que se desenvolverá articuladamente a sub-temas como: "Pesquisa em Educação Química", "Pesquisa na Formação do Professor de Química", "Iniciação Científica na Formação em Química", "Pesquisa na Formação do Profissional Químico" e "Iniciação Científica na Formação de Profissionais não Químicos".

A Programação abrange palestra sobre o tema central, sessões de debates, mini-cursos e apresentação de trabalhos na forma de painéis (postes

e sessões coordenadas).

Maiores informações podem ser obtidas pelo endereço:

Coordenação do XVII EDEQ

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ

Departamento de Biologia e Química - DeBQ

Caixa Postal 560, Ijuí - RS

CEP 98700-000

Tel: (055) 332-7100

Fax: (055) 332-9100

Email: edeq97@super.unijui.tche.br