

Aprendizagem de Química

reprodução de pedaços isolados de conhecimento?

Rosária da Silva Justi
Rejane Mitraud Ruas

A seção “Pesquisa no ensino de química” relata investigações relacionadas a problemas no ensino de química, explicitando os fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa e analisando seus resultados.

Este artigo relata uma pesquisa realizada visando investigar a influência da visão de matéria sustentada pelos alunos em sua aprendizagem de cinética química. O professor atuou como pesquisador e os dados foram coletados em uma situação normal de sala de aula. A análise dos dados foi conduzida tanto a partir de critérios previamente estabelecidos na literatura quanto a partir da elaboração de um novo sistema de categorias. Os resultados fundamentaram questionamentos acerca da ocorrência de aprendizagem nas aulas de química e do papel desse ensino na formação dos alunos.

24 ► cinética química, concepções alternativas, aprendizagem de química ◀

Por acreditarmos que educação é um processo dinâmico que exige do professor e de qualquer profissional que se aventure a participar dela um envolvimento muito grande, que o conduza sempre a questionar cada passo dado, estivemos sempre compromissadas com reflexões que pudessem conduzir nossas práticas docentes a contribuir para a ocorrência de aprendizagem significativa em nossos alunos. A pesquisa apresentada neste artigo fundamentou alguns desses momentos de reflexão e foi desenvolvida como parte das atividades do Curso de Especialização em Ensino de Ciências do CECIMIG (Ruas, 1996).

O ensino de cinética química no nível médio focaliza essencialmente o motivo de diferentes reações ocorrerem com velocidades¹ diferentes, assim como a razão porque alguns fatores podem alterar a velocidade das reações químicas, e a forma como isso acontece. Na grande maioria das escolas brasileiras, cinética química faz parte do programa de química ministrado a alunos da segunda série, quando já foram discutidas as idéias

de reação química, ligação química e energia, pré-requisitos para a compreensão dos aspectos citados anteriormente. Entretanto, no decorrer de anos de magistério, temos percebido que a grande maioria dos alunos apresenta idéias muito confusas a respeito do que é e de como se processa uma reação química. Muitas vezes essas idéias se resumem em descrições macroscópicas do fenômeno ou são fundamentadas em uma concepção

contínua de matéria. Esse contraste entre as idéias que os alunos trazem para a sala de aula e as concepções químicas que fundamentam a compreensão dos aspectos

concernentes à cinética das reações químicas propiciou a emergência de questões que nortearam a realização desta pesquisa: Como alunos que têm uma visão de matéria contínua entendem uma reação química? Como esses alunos concebem a questão da dinâmica dos sistemas químicos? Co-

mo eles explicam as diferentes velocidades das reações?

A partir dessas questões, buscamos realizar um trabalho no qual pudessemos discutir a influência da visão de matéria tida pelos alunos na aprendizagem de cinética química. Para tanto, foram definidas três etapas na pesquisa:

1. Análise das idéias de alunos do segundo ano do ensino médio, antes do ensino de cinética, a respeito de: (I) descontinuidade da matéria; (II) concepção de reação química; e (III) dinamicidade do processo de ocorrência de uma reação química.

2. Análise das idéias que esses alunos elaboraram, durante o ensino de cinética química, para explicar porque as reações ocorrem com velocidades diferentes.

3. Relacionamento desses dois grandes grupos de idéias de forma a discutir se e como a concepção de matéria sustentada pelos alunos influenciou na aprendizagem de cinética.

A consulta à literatura da área de ensino de ciências e química evidenciou a inexistência de pesquisas relativas à aprendizagem de cinética química.

Conseqüentemente, a necessária contextualização dos resultados obtidos por nós em relação àqueles obtidos em outras pesquisas ocorreu somente na primeira fase do processo.

O presente trabalho foi realizado a partir de dados coletados em uma

turma de segundo ano de uma escola particular em Belo Horizonte, onde uma de nós era professora de química. Os dados foram coletados a partir de cinco atividades realizadas antes e durante o ensino de cinética. Nas quatro primeiras, solicitou-se que os alunos explicitassem suas idéias por

Muitas vezes as idéias dos alunos sobre reação química resumem-se em descrições macroscópicas do fenômeno ou fundamentam-se em uma concepção contínua de matéria

escrito e utilizando desenhos. A maior parte dessas idéias ocorreu após os alunos terem realizado experimentos envolvendo a ocorrência de reações, algumas das quais evidenciando alterações na velocidade das mesmas. A quinta atividade consistiu na proposição de um desenho animado², no qual os alunos deveriam representar como diferentes fatores alteram a velocidade das reações. Somente essa última atividade foi realizada em grupo, mas sua apresentação contou com a participação de todos os alunos. A fim de que idéias explicitadas em tal oportunidade fossem registradas, a apresentação dos desenhos animados foi gravada em vídeo.

Com a palavra, os alunos

Todas as idéias dos alunos foram organizadas em um banco de dados e categorizadas segundo diferentes critérios em função do tema químico envolvido. Esses critérios serão explicados oportunamente. Nesta apresentação, as idéias dos alunos serão transcritas literalmente e identificadas por letras entre aspas. Em cada categoria será apresentado apenas um exemplo típico de resposta.

Idéias em relação à descontinuidade da matéria. Apesar de os alunos já terem estudado temas como 'átomo', 'reação química' e 'ligação química', a análise de suas respostas evidenciou uma grande diversidade de concepções alternativas e uma não-linearidade na concepção de matéria. Tal análise baseou-se nos critérios propostos por Justi (1991) e Andersson (1990).

A matéria é descontínua. Respostas classificadas nesta categoria (21% do total) apresentaram referência explícita à existência de partículas ou moléculas separadas umas das outras. Assim, foram considerados indicativos de visão descontínua da matéria desenhos que mostravam, por exemplo, várias bolinhas ou pontinhos representados de formas diferenciadas. Respostas verbais envolveram idéias como: "A água não faz o sal sumir, apenas forma uma mistura das moléculas de H_2O com $NaCl$. O sal entrou no espaço que existia entre as moléculas de água — a água quebrou a ligação do sal."

A matéria é contínua. Considerou-se que os alunos concebem a matéria como contínua quando sua representação mostrava as seguintes características: apenas um espaço em branco; um determinado espaço totalmente pintado; uma superfície apenas, ou com ondas, ou ainda, com espaço pintado; ou quando sua descrição foi essencialmente macroscópica. Considerando-se estes critérios, mais de um terço dos alunos demonstrou pensar a matéria como contínua no início do ano letivo, como se pode detectar no exemplo a seguir: "Eu optei por este desenho (espaço todo pintado) porque houve uma reação química a partir do momento em que a água mudou de cor quando a mesma foi misturada com o permanganato."

Concepção ambígua. Muitas das respostas dos alunos evidenciavam a coexistência de elementos das duas concepções de matéria e foram, portanto, classificadas como ambíguas. Por exemplo, alguns alunos representaram vários pontinhos ou bolinhas dispersos em um meio contínuo. Outros representaram várias partículas completamente empacotadas, sem que existisse espaço entre elas. Vários outros representaram como partículas apenas o sal ou o açúcar e não a água em que eles estavam dissolvidos. Também foram classificadas nessa categoria respostas que mostravam concepções diferentes quando a forma de expressão era diferente (verbal ou desenhos).

Idéias sobre reação química

A partir de seus próprios resultados de pesquisa e daqueles encontrados por outros pesquisadores, Andersson (1986, 1990) discutiu a visão dos alunos para o processo de ocorrência de uma reação química. Tendo em vista a abrangência das categorias propostas por esse autor, elas foram utilizadas neste trabalho, só sendo apresentadas aquelas que foram efetivamente encontradas nas respostas de nossos alunos.

Deslocamento. Alunos que pensam as reações químicas assim consideram que as novas substâncias podem aparecer simplesmente porque se deslocam de um determinado lugar. As substâncias originais somen-

te desaparecem dando lugar às novas substâncias, mas nenhuma propriedade do sistema é modificada: "Mistura de substâncias que se 'incorporam': $H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O$."

Modificação. Nesta concepção, o que parece ser uma nova substância é na realidade a substância original, mas em sua forma modificada. Os alunos expressaram essa idéia tanto em relação ao mundo macroscópico quanto ao atômico.

Modificação — mundo macroscópico. Algumas propriedades da substância original são modificadas, mas sua identidade é mantida: "Com a mistura das soluções aconteceu uma reação química que solidificou uma parte da substância."

Modificação — mundo atômico. Partículas mudam de forma, tamanho e cor, exatamente como acontece com as substâncias: "Desenho de bolinhas representando reagentes e produtos. As cores das bolinhas são as mesmas das substâncias, e as que representam o produto (sólido) são menores que as que representam os reagentes."

Interação química. Esta categoria inclui as idéias aceitas cientificamente. Nela foram classificadas 62% das respostas dos alunos.

Interação química — mundo macroscópico. Substâncias originais deixam de existir e novas substâncias (com características diferentes) são formadas durante o processo: "Reação química é uma 'mistura' de duas ou mais substâncias que formam alguma coisa. No motor do carro a gasolina se 'mistura' com a faísca da vela, fazendo o motor funcionar e formando os gases que saem pelo escapamento."

Interação química — mundo atômico. Os átomos são conservados no processo, mas se rearranjam formando novas substâncias: "Na reação formam-se novas ligações entre as partículas A e C."

Idéias sobre dinamicidade das reações químicas

A questão do movimento das partículas envolvidas em uma reação química não foi considerada por nenhum dos alunos. Entretanto, 17% deles demonstraram em seus desenhos que existe rearranjo de átomos numa

reação química. Quimicamente falando, não é possível pensar em rearranjo se não houver movimento das partículas. Dessa forma, é provável que esses alunos concebesssem a ocorrência do movimento. Todavia, como afirmado acima, nenhum aluno demonstrou explicitamente tal idéia.

Idéias sobre diferentes velocidades de reações químicas

Em função da não existência de outros trabalhos sobre a aprendizagem de cinética química, as categorias utilizadas na classificação dessas idéias dos alunos foram propostas por nós. Tal proposição foi feita a partir das idéias expressas por eles para a origem atribuída à diferença na velocidade de ocorrência das reações. Em cada caso foram consideradas respostas no nível macroscópico e no atômico.

Propriedades/características das substâncias. Nesse caso, os alunos atribuíram às substâncias participantes da reação, ou a uma delas, a responsabilidade pela velocidade do processo.

Nível macroscópico

Estado físico dos reagentes: "Porque dois líquidos têm facilidade para reagir."

Comportamento dos reagentes: "Porque as substâncias se comportam de maneiras diferentes de acordo com o que reagem."

Propriedades gerais (definidas ou não): "Porque logo de início as substâncias sofreram uma reação química decorrente de suas propriedades."

Nível atômico

Diferente organização, movimento ou espaço de/entre as moléculas: "Porque algumas reações possuem partículas mais agitadas que outras. Dependendo do reagente, a reação possibilitará uma maior velocidade das partículas."

Dificuldade de quebra ou formação de ligações em função do tipo, número ou estabilidade das ligações: "Porque para ocorrer uma reação química tem de haver ligação entre as substâncias, então umas estão ligadas mais fortemente e movimentam-se com maior velocidade; já outras estão ligadas por 'forças mais fracas' então mo-

vimentam-se com menor velocidade."

Propriedades/características do sistema. Para alguns alunos, o sistema reagente como um todo, e não só suas substâncias, influenciava na velocidade com que a reação ocorria.

Nível macroscópico

Maior concentração: "Devido à facilidade de reação das duas substâncias e o pequeno número de mols por litro delas."

Maior temperatura: "Devido à dificuldade ou facilidade de as moléculas reagirem. Também existem os fatores externos, como a maior temperatura."

Maior facilidade de mistura das substâncias: "Devido ao poder de mistura, ou seja, associação de duas substâncias."

Maior necessidade de estímulo: "Porque certas substâncias têm tendências a se misturar, outras precisam de estímulos, por isso demoram mais."

Nível atômico

Diferente energia necessária: "Porque existem diferentes substâncias com energias diferentes e, ao reagir, suas partículas o fazem em diferentes velocidades."

Propriedades/características da reação química. Para alguns alunos, a própria reação apresentava características que definiam sua velocidade.

Nível macroscópico

Maior facilidade de combinação/reação: "Porque algumas substâncias interagem mais facilmente."

Diferenças entre as reações: "Porque as reações químicas não são iguais, umas esperam o ponto de fusão, outras apenas se misturam, sendo portanto de diferentes durações."

Nível atômico

Maior força de atração/interação: "Porque as duas substâncias possuem tendência de reagir com outra, ou seja, força de interação."

Inexistência de forças repulsivas: "Porque algumas moléculas das duas substâncias interagem mais rápido e a maioria teve forças repulsivas, não se misturando com as outras."

Ocorrência de choques: "Quando a concentração é maior, a velocidade aumenta porque ocorrem mais choques."

Um pouco do que foi pensado

O exercício de ler e tentar categorizar as idéias dos alunos possibilitou inúmeros questionamentos sobre as mesmas. Não pretendemos, neste pequeno espaço, registrar todos eles, mas discutir os mais significativos. É importante, também, enfatizar que tal discussão não pretende explicar e/ou justificar as idéias dos alunos, mas sim destacar algumas hipóteses construídas a partir da análise realizada e dos questionamentos surgidos durante o processo.

Em relação à descontinuidade da matéria, a atividade inicial mostrou que uma pequena porcentagem de alunos expressou claramente uma visão descontínua. Além disso, muitos alunos expressaram idéias ambíguas. Tal resultado assemelha-se ao encontrado em outras pesquisas (Nussbaum, 1985; Stavy, 1990; Justi, 1991, por exemplo). Como em Driver *et al.* (1994), também neste trabalho foi observado que os alunos falavam sobre matéria microscopicamente quando induzidos a isso. Entretanto, na maioria das vezes o tratamento era macroscópico. Essa similaridade nos resultados parece indicar que, independentemente da realidade investigada, existe certa regularidade no pensamento dos adolescentes em relação à constituição da matéria.

Como destacado anteriormente, nenhum aluno expressou explicitamente a idéia de movimento das partículas envolvidas em uma reação química.

Todavia, a indis-sociabilidade entre ocorrência de arranjo e movimento das partículas pode indicar que essa idéia também fazia parte da concepção dos alunos. Nesse

caso, por que os alunos não expressaram tal idéia? Algumas suposições foram levantadas:

(I) Os alunos consideraram que uma coisa estava implícita na outra. Esse entendimento foi claramente observado nas respostas dadas em aula, como por exemplo: "Mas é claro que as partículas se movimentam, se elas não se encontrarem não existe reação."

(II) Os alunos não perceberam a

Os alunos não estariam entendendo a química como um todo, mas como pedaços isolados de conhecimento utilizáveis em situações específicas

relação, a necessidade da ocorrência do movimento para que o rearranjo ocorra. Isso pode ser consequência da falta de ênfase atribuída ao movimento no próprio ensino de química na primeira série.

Em relação à velocidade das reações químicas, a categorização das respostas dos alunos mostrou que não houve uma predominância de idéias, isto é, a causa da diferença de velocidade foi atribuída às substâncias, ao sistema e à própria reação química, sem que houvesse uma concentração de respostas.

Outro aspecto importante foi que tal 'espalhamento' de respostas foi observado em todas as atividades. Isso significa que os alunos não modificaram suas idéias, e sim que alunos diferentes utilizaram justificativas distintas em diferentes momentos. Algumas vezes, a origem das idéias de um aluno (substância, sistema ou reação química) era a mesma, mas os fatores considerados ou a profundidade da explicação era distinta. Em outros casos, a própria origem da variação de velocidade foi diferente em atividades diversas de um mesmo aluno.

Constatações como estas apontam para uma provável não influência da visão de matéria sustentada pelos alunos na aprendizagem de cinética. Em muitos casos, foi possível observar a coexistência da teoria das colisões com uma visão contínua de matéria. Nesses casos, a utilização de uma ou outra dependeu da natureza da solicitação, sendo que, quando esta envolvia explicações de fenômenos considerados 'científicos' pelos alunos, eles utilizavam a teoria das colisões e pareciam 'dominar' o conteúdo de cinética estudado; quando a solicitação relacionava-se com fenômenos mais simples ou cotidianos, os alunos utilizavam idéias que se mostravam mais úteis para eles no mundo 'fora da escola'. Para esses alunos, o que eles aprendem na escola não representa o modo como o mundo funciona (Dissessa, 1993).

Por outro lado, a partir de nossa crença de que aprendizagem é um processo que consiste no estabelecimento de relações, atitudes como a utilização de uma idéia apenas para 'satisfazer as expectativas do professor' não nos parecem indicativas da

ocorrência de aprendizagem significativa. *Nesse sentido, os alunos não estariam entendendo a química como um todo, mas como pedaços isolados de conhecimento utilizáveis em situações específicas. Eles estariam reproduzindo pedaços de conhecimento, mas não aprendendo química.*

A aceitação de qualquer uma das hipóteses implica na necessidade de reflexões mais profundas acerca de como o ensino de química pode contribuir para a formação de cidadãos (Chassot, 1995). Acreditamos que reproduzir pedaços isolados de conhecimento apenas no contexto escolar não contribui para que o aluno seja capaz de atuar consciente e criticamente quando isso se fizer necessário. Emerge, mais uma vez, a necessidade de que nós professores definamos, também, consciente e criticamente, o que esperamos que nossos alunos aprendam nas aulas de química e busquemos propiciar condições por meio das quais tal aprendizagem possa ser atingida.

Em relação à metodologia adotada, é importante considerar uma das limitações deste trabalho: a dificuldade dos alunos em se expressar de forma escrita. Todavia, a coleta de

dados só pode ser feita dessa forma, em função da realização do trabalho em uma situação normal de sala de aula, com o professor atuando simultaneamente como pesquisador pela primeira vez, tendo um programa a cumprir e não tendo tempo de corrigir todos os erros de percurso.

De qualquer forma, ao final do trabalho, restou a certeza de que seu papel foi fundamental como gerador de questionamentos e reflexões nesse contínuo e dinâmico processo de aprendizagem que vivenciamos em nossas salas de aula. Esperamos que o compartilhamento desta experiência por meio desta publicação possa gerar outros questionamentos e reflexões por parte dos colegas professores.

Rosária da Silva Justi, bacharel e licenciada em química pela UFM, é docente no ensino médio no Colégio Técnico da UFMG e na especialização em ensino de ciências no CECIMIG. **Rejane Mitraud Ruas**, bacharel e licenciada em química pela UFMG, é docente no ensino médio no Colégio Frei Orlando e no Instituto Metodista Izabela Hendrix, em Belo Horizonte.

27

Notas

1. Vide nota 1 na p. 31.
2. Vide o encarte desta revista e a seção "O Aluno em Foco".

Referências Bibliográficas

ANDERSSON, B. Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, v. 70, n. 5, p. 549-563, 1986.

ANDERSSON, B. Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, v. 18, p. 53-85, 1990.

CHASSOT, A. *Para que(m) é útil o ensino?* Canoas: Editora da ULBRA, 1995.

DISSessa, A. Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, v. 10, n. 2 & 3, p. 105-225, 1993.

DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P. & WOOD-ROBINSON, V. *Making sense of secondary science — Research into children's ideas*. Londres: Routledge, 1994.

JUSTI, R. *Sobre espaços vazios e partículas — Movimento de idéias sobre a descontinuidade da matéria em um processo contínuo de ensino-aprendizagem de química no 2º grau*. Dissertação de mestrado. Campinas: Unicamp, 1991.

NUSSBAUM, J. The particulate nature of matter in the gaseous phase. In: DRIVER, R., GUESNE, E. & TIBERGHIEN, A. (Eds.), *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press, 1985.

RUAS, R.M. *Contatos não tão imediatos em velocidade contínua — Estudo da influência da visão de matéria na aprendizagem de cinética*. Monografia de especialização. Belo Horizonte: Centro de Ensino de Ciências de Minas Gerais, 1996.

STAVY, R. Children's conceptions of changes in the state of matter from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 247-266, 1990.

Para saber mais

RUAS, R.M. *Contatos não tão imediatos em velocidade contínua — Estudo da influência da visão de matéria na aprendizagem de cinética*. Monografia de especialização. Belo Horizonte: Centro de Ensino de Ciências de Minas Gerais, 1996.