



Uma Abordagem Problematicadora para o Ensino de Interações Intermoleculares e Conceitos Afins

Wilmo E. Francisco Júnior

O presente artigo apresenta e discute uma abordagem calcada na problematização para o estudo das interações intermoleculares e alguns conceitos relacionados. A investigação foi dividida basicamente em quatro etapas: (i) Levantamento das idéias dos estudantes; (ii) problematização dessas idéias; (iii) apresentação e problematização de experimentos simples envolvendo interações intermoleculares; e (iv) avaliação. Os resultados mostraram uma importante evolução conceitual, além da possibilidade da experimentação em despertar a curiosidade epistemológica dos estudantes.

► interações intermoleculares, experimentação, problematização ◀

Recebido em 26/2/08, aceito em 29/7/08

20

Parece consenso entre os professores das ciências naturais de que as atividades experimentais devem permear as relações ensino-aprendizagem, uma vez que estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento em atividades subsequentes (Giordan, 1999; Laburú, 2006). Como defendem Carrascosa e cols. (2006), a atividade experimental constitui um dos aspectos-chave do processo de ensino-aprendizagem de ciências. Portanto, na medida em que se planejam experimentos com os quais se torna possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e acarrete resultados positivos na evolução do conhecimento.

Todavia, embora extensivamente debatida e defendida, há uma carência de pesquisas nesse sentido (Laburú, 2006). Isso faz com que professores tratem a experimentação de forma intuitiva e genérica. Sendo assim, reflexões que procurem identificar aspectos importantes de um experimento, com os quais se torna mais provável a ocorrência da motivação e o desenvolvimento cognitivo

nos alunos, fazem-se necessárias.

O presente trabalho apresenta e discute dados obtidos em uma investigação em sala de aula, que se pautou na experimentação e na discussão problematicadora das idéias prévias dos estudantes e dos resultados experimentais. Numa concepção freiriana, a educação centra-se em dois eixos principais: a problematização da realidade vivenciada e a dialogicidade entre os sujeitos para se estabelecer a realidade problematizada. Outrossim, deflagra a importância da problematização do conhecimento para sua apropriação como um todo.

A experimentação tem, em uma das suas funções, mediatizar os educandos e o objeto cognoscitivo. Como estratégia de ensino, a experimentação deve ser problematicadora do conhecimento. É no diálogo da realidade observada, na problematização e na reflexão crítica de professores e estudantes que se faz o conhecimento.

De tal maneira, a atuação do professor não se resume em “comunicados e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem” (Freire,

2005, p. 66). Há uma troca de saberes entre os sujeitos envolvidos no ato educativo, necessariamente comunicativo, pelo qual se constrói um conhecimento novo. Um conhecimento fundado em um amálgama daqueles saberes “científicos e poderosos” com os saberes populares, os quais, por sua vez, necessitam ser respeitados e problematizados conjuntamente ao conhecimento científico, de modo que os estudantes percebam as limitações de um e outro e consigam superá-los, alcançando, assim, um estágio superior em termos de aprendizagem.

Contexto e desenvolvimento da pesquisa

O presente estudo foi realizado em uma das salas de um curso pré-vestibular, mantido e coordenado pela Organização Não Governamental Frente Organizada pela Temática Étnica (ONG-FONTE) com sede na cidade de Araraquara (SP). Tais projetos, geralmente denominados de cursinhos populares, vêm ganhando espaço na atual conjuntura educacional brasileira, sendo destinados basicamente a alunos de baixa renda e se alocando em bairros periféricos. No que concerne à investigação em sala de aula, o pre-

sente estudo foi conduzido em quatro etapas, sendo cada uma composta por duas aulas de 50 minutos, descritas a seguir. Participou de todas as etapas um total de 14 alunos.

Primeira etapa

Levando em consideração aspectos como a importância do ato de comunicação escrita dos estudantes, assim como os saberes por eles trazidos, o professor-investigador coletou informações a respeito das concepções dos estudantes sobre as interações intermoleculares. Foi solicitado que os estudantes anotassem quatro palavras que teriam relação com esse assunto, numerando-as de 1 a 4, sendo a de número 1 aquela que para eles mais se aproximasse da idéia de interações intermoleculares. Complementando a atividade, foi pedido aos alunos que escrevessem a primeira coisa que viesse à mente sobre o termo "interações intermoleculares".

Tal atividade foi importante para verificar quais conhecimentos os estudantes possuíam sobre o assunto e, mais, quais as idéias eram associadas às interações moleculares. A Tabela 1 mostra quais foram as concepções mais comuns entre os estudantes. Associações que se repetiram por menos de três vezes foram desconsideradas.

A análise da tabela revela que grande parte dos alunos associou as interações intermoleculares à mistura. A idéia de mistura parece implicar na presença de substâncias diferentes, sendo desconsideradas, nesse momento, interações intermoleculares entre moléculas de mesma espécie. Também se destacaram as associações com os termos molécula, polaridade, ligação e substância, provavelmente originadas do conhecimento escolar trazido por eles.

Tabela 1: Associações feitas pelos estudantes à idéia de interações intermoleculares.

Nível	Mistura	Reação	Ligação	Transformação	Polaridade	Molécula	Substância
1	1	2	1	1	4	7	2
2	2	3	-	-	2	-	1
3	6	-	4	-	2	2	-
4	4	1	-	2	-	-	1
TOTAL	13	6	5	3	8	9	4

Concepções recorrentes ainda são verificadas para os termos reação e transformação. Tais interpretações não são surpreendentes, visto que os alunos tendem a denominar de reação tudo o que altera visualmente um sistema. Ambos os casos parecem também abarcar uma concepção de que as interações intermoleculares ocorrem entre moléculas de diferentes espécies químicas. Isso provavelmente acontece devido às modificações visuais percebidas no sistema quando espécies diferentes interagem para formar uma mistura homogênea. Esse aspecto foi mais evidente quando escreveram a primeira coisa que lhes veio à mente sobre interações intermoleculares.

"A primeira coisa que me vem à mente é quando duas ou mais coisas se juntam molecularmente."

"Quando duas substâncias com polaridade diferentes se interagem."

"É quando uma substância interagem com a outro com a mesma polaridade, isto ocorre uma interação intermoleculares."

"Ligação entre moléculas diferentes ou substâncias que contenha moléculas diferentes, porém que se misturem."

De um modo geral, os alunos parecem acreditar que as interações intermoleculares acontecem apenas entre moléculas de diferentes espécies químicas. Ademais, nota-se uma idéia de que as interações intermoleculares só ocorrem quando as substâncias se misturam de forma homogênea. Quando não há mistura homogênea, não existe interação intermolecular. É

ausente o conhecimento de que as interações podem ser mais ou menos fracas dependendo das espécies em interação. Tais idéias advêm de um conhecimento trazido por suas experiências pessoais, e que, nessa situação, é importante que seja superado. Tal superação, todavia, não significa a imposição de um saber, no caso do professor, ao outro. A superação acontece no diálogo, mediante o qual os estudantes devem reconhecer a necessidade de superar suas idéias para compreender melhor o tema em questão.

Segunda etapa

Sendo assim, na segunda etapa, foram problematizadas as concepções dos estudantes. A problematização dessas questões almejou fazer estes se inserirem num movimento de busca que permitisse a aquisição dos conteúdos problematizados e a apreensão de que as interações intermoleculares acontecem também entre moléculas idênticas. Nessa perspectiva, o diálogo oral e escrito é fundamental. Os estudantes trabalharam em grupos (dois ou três alunos) na resolução do seguinte problema: Por que o O₂ e o CO₂ são gases em temperatura ambiente, enquanto a água e a gasolina são líquidas? Os registros escritos, após análise, foram devolvidos aos alunos com anotações.

De início, os estudantes responderam à primeira indagação com base em pontos de fusão e ebulição. No entanto, quando questionados sobre quais fatores determinavam os pontos de fusão e ebulição, não foram capazes de efetuar nenhuma relação. Após a problematização, que envolveu tanto o debate em grupo quanto um debate geral, bem como a devolução dos registros escritos aos alunos, percebeu-se que eles adquiriram idéias mais consistentes, embora ainda mostrassem conceitos inadequados. Aqui se aproveitou para discutir aspectos sobre a polaridade das moléculas e sua influência nas interações intermoleculares e, por conseguinte, nos pontos de fusão e ebulição.

"O oxigênio e CO₂ tem substâncias covalentes apolares, e

a sua temperatura (de ebulição) é negativa porque a interação das moléculas é baixa. As substâncias por serem polares existe uma maior interação das moléculas, a gasolina mesmo sendo apolar é líquida, por ser grande a sua interação intermolecular.”

“São substâncias covalentes apolares (se refere ao O_2 e CO_2), a sua interação é baixa, assim sua temperatura é baixa. As substâncias líquidas são polares, pois há maior interação das moléculas entre si, a gasolina é uma exceção, pois ela é apolar mas é líquida, porque o tamanho de sua molécula é grande e assim há maior interação das moléculas.”

“É uma ligação covalente apolar e sua interação intermolecular é muito fraca. Por isso, o ponto de ebulição torna mais baixo. No caso da gasolina, possui uma grande cadeia que possibilita uma maior interação intermolecular que consequentemente irá aumentar seu ponto de fusão e ebulição. A água é uma molécula fortemente polar e possui maior interação intermolecular.”

Terceira etapa

Conhecendo as concepções dos estudantes sobre as interações intermoleculares, a discussão foi retomada agora de forma mais ampla com a realização de testes experimentais. Os experimentos eram simples e envolviam a mistura de espécies químicas comumente encontradas no dia-a-dia, conforme apresentado na Tabela 2. Foi pedido que os alunos anotassem os resultados experimentais. Em seguida, realizou-se a discussão desses resultados numa perspectiva problematizadora, na qual educador e educandos, mediatizados pelos resultados experimentais obtidos, refletiram na busca de alguns apontamentos.

Após a obtenção dos resultados experimentais, o professor-investigador anotou na lousa as estruturas químicas

Tabela 2: Teste e resultados experimentais da interação intermolecular entre duas substâncias químicas.

Experimento	Substâncias em interação	Resultado
1	água e açúcar	Sistema homogêneo
2	água e álcool	Sistema homogêneo
3	água e vinagre	Sistema homogêneo
4	gasolina e vinagre	Sistema heterogêneo
5	água e gasolina	Sistema heterogêneo
6	água e óleo	Sistema heterogêneo
7	gasolina e isopor	Sistema homogêneo
8	gasolina e açúcar	Sistema heterogêneo

representativas de cada substância utilizada nos experimentos. Em seguida, foi indagado aos alunos quais as semelhanças que eles conseguiam perceber. A primeira observação dos alunos se pautou na formação de misturas homogêneas e heterogêneas. Sendo assim, o professor pediu que eles classificassem os testes em dois grupos: os sistemas que compunham misturas homogêneas e um outro grupo formado por sistemas heterogêneos. Assim, os sistemas água-açúcar, água-álcool, água-vinagre e gasolina-isopor foram classificados como homogêneos, enquanto os sistemas água-gasolina, água-óleo, gasolina-açúcar e gasolina-vinagre foram enquadrados como heterogêneos.

Nessa etapa, como era esperado, notou-se que os estudantes se atêm mais às características observáveis, como a formação de sistemas bifásicos e unifásicos, mesmo com as estruturas químicas já fornecidas, o que os permitiria incorrer sobre a razão da formação de sistemas homogêneos ou heterogêneos.

A partir disso, foi pedido aos alunos para que identificassem semelhanças entre os dois grupos, agora, atentando-se à polaridade das substâncias presentes em cada sistema. Imediatamente um aluno se posicionou dizendo que os sistemas homogêneos eram formados por substâncias polares. O professor-investigador indagou à classe se todos concordavam. Após algum silêncio, uma aluna disse que não, pois no sistema gasolina-isopor ambos eram apolares e ainda assim formavam uma mistura homogênea. Foi observado um consenso entre os alunos. De tal maneira, o professor-investigador chamou a atenção dos alunos para

que estes observassem a composição dos sistemas heterogêneos. Houve uma manifestação generalizada por parte dos alunos, os quais perceberam prontamente que esses sistemas eram compostos por substâncias de diferentes polaridades.

Aqui se evidencia o papel do professor como mediador da discussão, não como detentor de um saber depositado nos alunos. O papel central do professor consiste em dialogar com os estudantes, respeitando a fala deles, à medida que os desafia a reorganizar o pensamento de forma mais metódica e crítica. “O exercício da curiosidade a faz mais criticamente curiosa, mais metodicamente perseguidora do seu objeto” (Freire, 2006, p. 87). Daí a função do professor como problematizador do conhecimento para:

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas [...]. A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles [...] é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivadora, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professores e alunos se assumam epistemologicamente curiosos. (Freire, 2006, p. 86)

A prática problematizadora faz-se em todos os momentos, quer antes, durante e após o encontro com os es-

tudantes. O diálogo, por sua vez, não é somente oral. É oral e escrito. O experimento, sua interpretação e expressão na linguagem científica deixam de ser propriedade do professor, devendo tornar-se “incidência da reflexão sua e dos educandos”. É nesse contexto que a experimentação é motivadora.

Segundo Laburu (2006), é necessário “procurar ativar a curiosidade dos alunos, em momentos do processo de ensino, utilizando experimentos com formato cativante, que atraiam e prendam a atenção” (p. 384). Embora tal assertiva seja justificável, um experimento por si só não é cativante (Francisco Jr., 2007). É a prática problematizadora e o estímulo à curiosidade para que esta se torne epistemológica, os quais se fazem no diálogo e não se fazem numa visão bancária de educação, que tornam o experimento cativante. E uma vez que a problematização e o estímulo acontecem no diálogo, evidencia-se a importância de o professor não ser o detentor do saber, mas aquele que reflete criticamente com os alunos.

Ao mesmo tempo, ninguém impõe curiosidade. A curiosidade é despertada e isso somente acontece quando infundida de um significado concreto para o estudante. A curiosidade é o passo inicial da motivação. É ela que desperta o interesse. Por isso, como defende Freire (2006), educadores e educandos devem ser epistemologicamente curiosos.

Após a problematização de cada experimento, foram debatidas também outras misturas levantadas pelos próprios alunos como vinagre e óleo, álcool e vinagre, dentre outros. Com isso, o conhecimento torna-se mais sólido, pois é problematizado a partir das experiências dos estudantes ao mesmo tempo em que é aplicado em situações diferentes das estudadas.

Quarta etapa

Na última etapa, os alunos responderam a um questionário aberto contendo duas situações problemas.

Na primeira, foram dadas as fórmulas estruturais de seis substâncias (propanol, etanal, ácido etanóico, tetracloreto de carbono, hexano e clorometano) e pedido que previssem quais misturas seriam homogêneas e quais seriam heterogêneas. No segundo problema, foram dadas as estruturas das vitaminas A e C e questionado qual teria o maior ponto de fusão e maior solubilidade em água.

A análise do questionário empregado nessa última etapa foi positiva. Dos 14 alunos que participaram da avaliação, 11 responderam às duas questões corretamente. Os outros três alunos, embora não tenham respondido de forma correta, mostraram boa evolução em relação ao início da abordagem. A resposta correta aos problemas é um indicativo de uma aprendizagem crítica, visto que para resolvê-los os alunos deveriam aplicar os conceitos estudados para prever situações, não somente repetir algo memorizado.

Considerações finais

Além do desenvolvimento de competências relacionadas à comunicação, a abordagem posta em prática possibilitou um refinamento conceitual relativamente elevado no que concerne às interações intermoleculares. Ressaltam-se ainda o papel participativo dos estudantes, resultado da abordagem problematizadora, e o debate das idéias prévias apresentadas por estes. A análise dessas últimas permitiu inferir sobre o prosseguimento da atividade e o delineamento de novas questões a serem problematizadas.

Outrossim, a experimentação problematizadora parece ativar a curiosidade epistemológica dos estudantes. Todavia, tal prática não é solitária e, por mais relevante e cativante que seja um experimento, isso não garante nem a motivação nem a aprendizagem. Aprender ciências é adentrar uma cultura diferente que requer experiências diferentes, méto-

dos diferentes e formas de expressão características. Nesse contexto, a experimentação é uma forma de contato com essa nova cultura e, por essa razão, imprescindível em qualquer aula de ciências.

Agradecimentos

À ONG-FONTE, pelo espaço aberto à pesquisa e pela oportunidade de trabalho, e aos estudantes participantes do estudo.

Wilmo E. Francisco Junior (wilmojr@bol.com.br), bacharel e licenciado em Química, mestre em Biotecnologia pelo IQ-UNESP de Araraquara e em Educação pela UFSCar, é doutorando em Química pelo IQ-UNESP de Araraquara.

Referências

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. e VALDÉS, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

FRANCISCO JR., W.E. Uma proposta metodológica para o ensino dos conceitos de pressão e diferença de pressão. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 2, p. 121-135, 2007.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 43 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

_____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 33 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

LABURÚ, C.E. Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.

Para saber mais

GONÇALVES, F.P e GALIAZZI, M.C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). *Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 237-252.

Abstract: A Problemizing Approach to the Teaching of Intermolecular Interactions and Related Concepts. The present paper presents and discusses a problemizing approach to the study of intermolecular interactions and some related concepts. The investigation was divided in four stages: (i) survey of the students' ideas; (ii) problemization of these ideas; (iii) presentation and problemization of simple experiments related to the intermolecular interactions and (iv) evaluation. The results showed that the students had a surprising evolution in terms of learning. Further, the experimentation seems to be a possibility to wake the epistemological curiosity of the students.

Keywords: Intermolecular Interactions, Experimentation, Problemization.