



Explorando a relação entre polaridade e miscibilidade

Danilo José Ferreira Pinto (IC)*, Maria Fernanda Penteado Lamas (FM),
Valéria Campos dos Santos (PG), Agnaldo Arroio (PQ)

1Faculdade de Educação – USP, 2Escola de Aplicação – FE - USP, *danilo.colegio@gmail.com.

Palavras Chave: modelagem, multimodalidade

Resumo: O presente trabalho explora relações estabelecidas entre os conceitos de miscibilidade, polaridade, estrutura e interação intermolecular por alunos do 3º ano do ensino médio da Escola de Aplicação da FEUSP/SP. Os estudantes foram encarregados de traçar a própria estratégia para explorar o comportamento dos alcoóis: etanol, propan-1-ol, butan-1-ol, pentan-1-ol e 2-metilpropan-2-ol em meio aquoso. Dispondo das soluções e vidrarias necessárias, os alunos perceberam que, mesmo sendo moléculas polares, algumas delas não são miscíveis em água. Dentro da concepção multimodal, pode-se diagnosticar a aprendizagem e o surgimento de concepções alternativas. A relação entre a polaridade, a estrutura das moléculas e a interação soluto-solvente foram as ferramentas argumentativas utilizadas pelos alunos para explicar os resultados obtidos no experimento.

INTRODUÇÃO

Em uma aula expositiva, geralmente o aluno se coloca como mero ouvinte, de ação passiva, frente às informações fornecidas pelo professor. Nesta perspectiva tradicional, não há como considerar os conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo da vida. Em contraposição, Gonçalves e Marques (2006) defendem que a aprendizagem advém da proximidade da relação entre o que o aprendiz já sabe e aquilo que ele está aprendendo. Assim, é fundamental ao professor considerar que os alunos não são apenas reprodutores de significados, mas construtores destes. O uso de múltiplos modos de comunicação (como experimentos, vídeos, atividades de modelagem, dentre outras) auxilia nesta tarefa (KRESS et al, 2001), pois pondera a heterogeneidade da sala de aula ao fomentar a produção discursiva.

Um dos modos de comunicação pode ser a investigação pela prática. Segundo Izquierdo e cols. (1999) a investigação é o papel mais importante da experimentação, isso porque o conteúdo a ser investigado é motivado pelo contexto e pelos questionamentos prévios propostos pelo professor. Nesta perspectiva, Hofstein e Lunetta (2004) acrescentam que as inquietações dos alunos devem ser norteadas pela questão investigativa (Inquiry Based Learners). Bachelard (2006) defende que um experimento investigativo é aquele que falha, pois exige uma freagem do estímulo e subsidia o desenvolvimento de novas técnicas, teorias e discursos sociais. Do

mesmo modo, Gonçalves e Marques (2006) criticam as aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, pois os proponentes esperam que o conhecimento seja construído pela mera observação e interpretação dos dados.

As experimentações, em ensino de química, requerem ao aluno fazer relação entre a escala nuclear e o fenômeno observado. Esta deve ser norteadada pela construção de um modelo mental (CHITTLEBOROUGH e TREAGUST, 2007). Rapp (2007) propõe que, um modelo mental, pode ser considerado uma estrutura de conhecimento organizada e internalizada com relações individuais de causa, tempo e espaço e formadas por fragmentos de informação externa. Neste processo, frequentemente surgem explicações que diferem daquelas aceitas cientificamente, as concepções alternativas.

Dentre os diversos conteúdos de química, Mendes (2007) relata que as principais dificuldades em entender os conceitos de solubilidade e miscibilidade se encontram no campo submicroscópico, ou seja, no processo construção de modelos mentais.

Este trabalho objetiva utilizar a concepção multimodal como ferramenta articuladora de construção de modelos mentais acerca do conceito de miscibilidade e polaridade por parte dos alunos, também propõe-se identificar as concepções alternativas e avaliar a aprendizagem nos diversos modos de comunicação.

METODOLOGIA

As atividades foram aplicadas em dois encontros de 1 hora e 40 minutos cada. No primeiro, os alunos investigaram experimentalmente o comportamento dos alcoóis: etanol, propan-1-ol, butan-1-ol, pentan-1-ol e 2-metilpropan-2-ol em meio aquoso. Formaram-se cinco grupos de até seis integrantes, cada aluno recebeu um roteiro (anexo) e, cada grupo, o seguinte material:

Tabela 1: Recursos disponíveis para a experimentação

Reagentes	Quantidade	Material	Quantidade
Etanol	5 mL	Pisseta com água	1
1-propanol	5 mL	Proveta 10 mL	6
1-butanol	5 mL	Tubo de ensaio	5
2-metilpropan-2-ol	5 mL	Frasco para descarte	2
1-pentanol	5 mL	Corante alimentício	5 mL

Cada grupo teve a tarefa de desenvolver um método para investigar o comportamento dos alcoóis em meio aquoso e preencher a tabela 2 com as observações. Apenas foi necessário o esclarecimento técnico acerca das funções das vidrarias disponíveis.

Tabela 2: Espaço para anotação dos resultados experimentais

	Etanol C_2H_6O 	Propan-1-ol C_3H_8O 	Butan-1-ol $C_4H_{10}O$ 	2-metilpropan-2-ol $C_4H_{10}O$ 	Pentan-1-ol $C_5H_{12}O$ 
Água					

Ainda neste primeiro encontro, foi pedido aos alunos que representassem, a partir de um desenho, a interface molecular de uma mistura homogênea e heterogênea, respectivamente.

No segundo encontro, iniciou-se a aula com os questionamentos gerados pelas principais concepções alternativas que apareceram na atividade de modelagem (figuras 1).

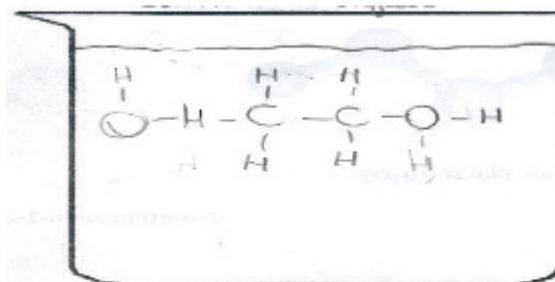
Ao final, foram aplicadas duas questões por escrito. A primeira pede ao aluno, que formule uma explicação, para as diferenças de miscibilidade do propan-1-ol (C_3H_8O) e do pentan-1-ol ($C_5H_{12}O$) em meio aquoso. A segunda fornece a representação estrutural do butan-1-ol ($C_4H_{10}O$) e do 2-metilpropan-2-ol ($C_4H_{10}O$) e pede para que o aluno formule uma explicação para as diferenças de miscibilidade destes compostos, de mesma massa molecular, considerando suas estruturas, polaridades e as interações soluto-solvente.

RESULTADOS

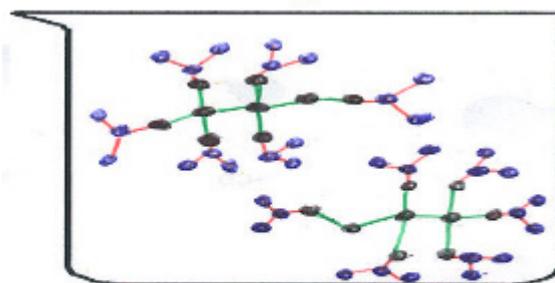
A tarefa de planejar um método para investigar da solubilidade dos alcoóis foi crucial para que os alunos analisassem genuinamente o problema

proposto e o objetivo a ser alcançado, pois só assim poderiam planejar estratégias eficientes. Nem todos os grupos chegaram a resultados experimentais idênticos, pois alguns alcoóis são miscíveis em determinadas frações de água, fato que enriqueceu a discussão acerca dos conceitos de miscibilidade ao adicionar uma variável quantitativa.

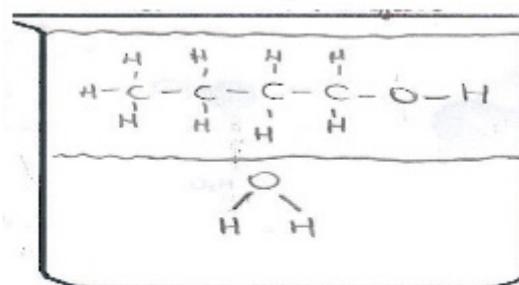
A atividade de modelagem revelou algumas concepções alternativas (figuras 1a, 1b e 1c), as mais frequentes foram: a confusão entre forças intermoleculares e forças intramoleculares, verifique que a ligação de hidrogênio é representada como ligação covalente nas figuras 1a e 1b (PETERSON et al., 1989); a ideia de que em uma mistura heterogênea não há interação entre os solventes (na figura 1c, o aluno representou um plano que separa as duas fases da mistura) (GONÇALVES et al. 2008) e a concepção de que em uma mistura sempre há reação entre os componentes (figuras 1a e 1b. Na discussão, um aluno revelou que apenas não soube representar a ligação de hidrogênio, mas outros disseram acreditar na formação de uma nova substância) (FENSHAM e FENSHAM, 1987).



a



b



c

Figuras 1: Principais concepções alternativas resultantes da atividade de modelagem

A projeção do resultado experimental de um dos grupos (figura 2) suscitou uma discussão com todos os alunos sobre a variedade de observações realizadas. Segue transcrição de trecho da discussão:

Aluno: Professor, no meu eu marquei que dissolve o 2-metilpropan-2-ol. Tá errado?

Professor: Não está errado. Você obteve um resultado experimental diferente do colega, como poderemos explicar o fato de ter dissolvido no seu experimento e não no de outro grupo (disse o professor apontando para a imagem projetada, figura 2)? [Silêncio]

Professor: Vou perguntar de outra maneira. Se, dentre os seis grupos que fizeram o experimento,

metade constatou que o 2-metilpropan-2-ol é imiscível em água e a outra metade constatou o contrário, o que podemos concluir?

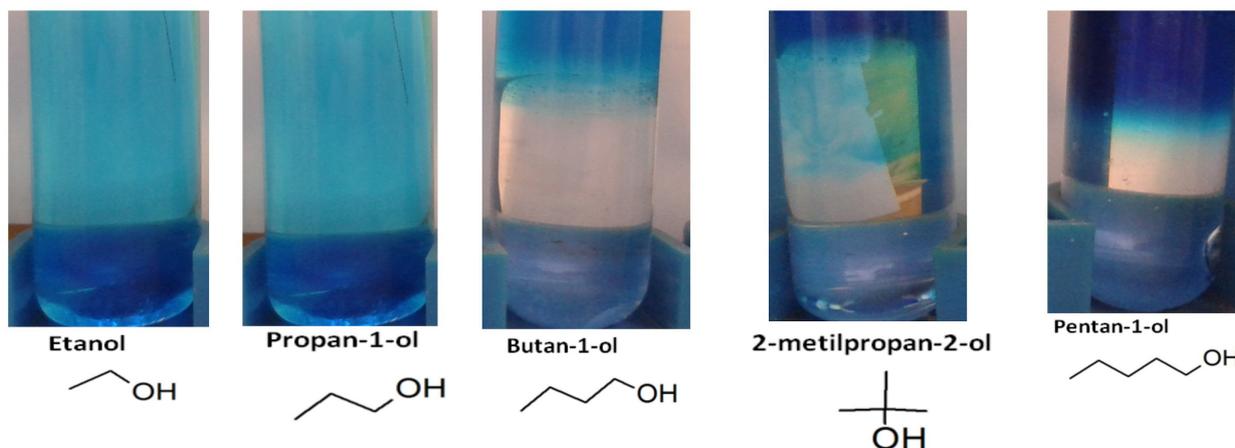
Aluno: Que ele é mais ou menos solúvel?

Professor: Isso! Ele é pouco solúvel! Essa miscibilidade deve depender do quê então? Eu consigo dissolver sal de cozinha em água na quantidade que eu quiser?

Aluno: Não! Uma hora forma corpo de fundo!

Professor: Então será que eu consigo dissolver o 2-metilpropan-2-ol na quantidade de água que eu quiser?

Aluno: Não também!



Figuras 2: Resultado experimental

O surgimento de resultados experimentais distintos enriqueceu conceitualmente a aula, pois se discutiu a influência da variação das proporções de volumes das substâncias estudadas sobre a homogeneidade do sistema. A análise das questões do roteiro se deu em cima de variáveis que poderiam ser utilizadas pelos alunos para tentar justificar uma maior (ou menor) solubilidade dos alcoóis testados em água. São elas: a estrutura molecular, a polaridade e a força de interação da molécula com o solvente (Tabela 3).

A concepção alternativa mais frequente (14%), foi a de que o propan-1-ol é mais solúvel em água simplesmente por ser menor do que o pentan-1-ol. Esta concepção, de que as partículas do soluto acomodam nos espaços vazios do solvente, derivam da ideia de que o tamanho das partículas é determinante para que dissolução ocorra (EBENEZER e GASKELL, 1995).

CONCLUSÕES

A experimentação investigativa, a atividade de modelagem, a discussão das principais concepções alternativas e a análise dialogada das respostas das duas questões, fomentou as produções discursivas, pois, 93% dos alunos utilizaram variáveis do submicroscópico para tentar justificar uma propriedade macroscópica da matéria, a miscibilidade.

A compreensão da dissolução em nível submicroscópico exigiu do aluno uma reorganização de suas concepções prévias para avançar a um nível mais complexo de abstração, uma vez que muitas das concepções relatadas na literatura e identificadas neste trabalho estão relacionadas à vida cotidiana do aluno (CARMO e MARCONDES, 2008). Desta forma, os diversos modos de comunicação utilizados contribuíram para o diagnóstico dessas concepções que estavam presentes nos modelos mentais construídos pelos alunos.

Tabela 3: Ocorrência de uso de três variáveis explicativas trabalhadas na aula para explicar as diferenças de miscibilidade dos alcoóis em meio aquoso.

Variáveis explicativas articuladas para justificar a diferença na miscibilidade dos alcoóis em água.	Questão 1 (% de ocorrência)	Questão 2 (% de ocorrência)
Estrutura molecular, polaridade e interação soluto-solvente (ex. é mais solúvel porque o propan-1-ol é mais polar, por ter uma cadeia menor e assim, interage melhor com a água do que o pentan-1-ol)	29	19
Estrutura molecular e polaridade (ex. é mais solúvel porque o propan-1-ol é mais polar, por ter uma cadeia menor do que o pentan-1-ol)	43	43
Estrutura molecular e interação soluto-solvente (ex. é mais solúvel porque o propan-1-ol interage melhor com a água, por ter uma cadeia menor do que o pentan-1-ol)	0	7
Polaridade e interação soluto-solvente (ex. é mais solúvel porque o propan-1-ol interage melhor com a água, por ser mais polar do que o pentan-1-ol)	7	3
Estrutura molecular (ex. é mais solúvel porque o propan-1-ol tem cadeia menor do que o pentan-1-ol)	3	11
Polaridade (ex. é mais solúvel porque o propan-1-ol é mais polar do que o pentan-1-ol)	11	3
Interação soluto-solvente (ex. é mais solúvel porque o propan-1-ol interage melhor com a água do que o pentan-1-ol)	0	7

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a colaboração dos alunos e funcionários da Escola de Aplicação da FEUSP e a CAPES por contribuir para a valorização do magistério a partir do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G.; *Formação do Espírito Científico*. São Paulo, 1996 (orig. 1938).
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R.; Abordando Soluções em Sala de Aula – uma Experiência de Ensino a partir das Idéias dos Alunos. *Química Nova na Escola*, nº28, mai, 2008.
- CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. F.; *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 274, 2007.
- EBENEZER, J. e GASKELL, J.; Relational Conceptual Change in Solution Chemistry. *Science Education*, 79(1), 1 – 17, 1995.
- FENSHAM, P. e FENSHAM, N.; Description and frameworks of solutions and reactions in solutions. *Research in Science Education*, 17, 139 – 148, 1987.
- GOLÇALVES, C.B., FERREIRA, C.E.R, COSTA, N.C., KIILL, K.B. e CORDEIRO, M.R.. O conceito de mistura na perspectiva dos alunos de ensino médio participantes do PIBID. Universidade Federal de Alfenas. 31a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2008.
- GONÇALVES, F. P.; Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências* V11 219-238, 2006.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N.; The laboratory in science education: Foundations for the Twenty- First Century. *Science Education*, 88, 1, 28–54, 2004.

- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M.; Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.
- KRESS, G., JEWITT, C., OGBORN, J. and TSATSARELIS, C.; Multimodal teaching and learning: the rhetorics of the science classroom. *London: Continuum*, 2001.
- MENDES, D. M. S.; Solubilidade e Dissolução: Actividades Experimentais. Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa. Universidade de Aveiro, 2007.
- PETERSON, R., TREAGUST, D. F., & GARNETT, P., Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 301-314, 1989.
- RAPP, D. N. GILBERT, J. K.; Mental Models: Theoretical issues for visualizations in science education. Springer: Holland, 2007.