

Representações para o Processo de Dissolução em Livros Didáticos de Química: o Caso do PNLEM

Anieli Fabiula Gavioli Lemes, Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza e Arnaldo Alves Cardoso

No ensino de química, bem como no de outras ciências naturais, o uso das imagens é fundamental para melhorar o entendimento de conceitos, de forma que, nos livros didáticos (LDs), sua presença garante a qualidade do material impresso tanto sob o aspecto didático como visual. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo promover a análise de LDs de química no que se refere à presença e forma de apresentação de representações que valorizam o entendimento em nível teórico-conceitual. Em vista do grande número de obras disponíveis, a análise foi limitada às seis obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), sendo o fenômeno de dissolução considerado foco da investigação comparada. Apesar da reconhecida importância da função da imagem, especialmente concernente à representação em nível teórico-conceitual para a compreensão de fenômenos químicos, os resultados sugerem a necessidade de maior reflexão acerca da ênfase e forma de utilização dessa estratégia. Dessa forma, pretende-se, com esse artigo, contribuir para a reflexão acerca da escolha e utilização dos LDs, bem como de seu processo de avaliação.

► livros didáticos, PNLEM, representações em nível teórico-conceitual ◀

Recebido em 16/01/09, aceito em 03/02/10

Implantado em 2004, o PNLEM segue os moldes do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), sendo constituído pelas seguintes etapas: (i) inscrição dos LDs pelas editoras no Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE); (ii) triagem/avaliação feita pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), responsável por examinar as exigências técnicas e físicas, e pela Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC), responsável pela escolha de especialistas para a avaliação de conteúdo e de abordagem pedagógica e a elaboração das resenhas para cada livro; (iii) publicação do *Guia do livro* (que contém as resenhas); (iv) escolha dos livros pelos professores e diretores por intermédio dos guias; (v) pedido das obras selecionadas pelos professores e diretores ao FNDE; (vi) aquisição dos LDs nas editoras;

produção dos LDs pelas editoras; (vii) exame das qualidades físicas pelo IPT; período de utilização (consiste na reutilização dos LDs por três anos); alternância das compras feitas para o PNLD e o PNLEM; distribuição das obras nas escolas; recebimento dos LDs em outubro do ano anterior à utilização; e ampliação dos materiais como livros em braille, dicionários etc. (Brasil, 2009a).

Baseado nesse processo, o FNDE distribuiu pela primeira vez, no final de 2005, os livros de português e matemática para as três séries do ensino médio, não sendo contempladas, porém, as escolas da rede estadual de MG e PR, por estes possuírem programas próprios naquele período. Por conseguinte, no final de 2006, foram entregues livros de Biologia para todos os estudantes do ensino médio do país, exceto os da rede estadual de MG, pelo

motivo já citado. Em 2007, o FNDE adquiriu os livros de história e química e os distribuiu para o ano letivo de 2008, ano em que também foram adquiridas obras de física e geografia para a utilização em 2009 (Brasil, 2009b).

Os livros didáticos e a química

Considerando que as imagens desempenham papel importante no ensino de ciências, uma vez que a própria conceitualização depende muitas vezes da visualização (Silva e cols., 2006), concordamos que, além da função explicativa, devem ser ressaltadas as funções motivadora, informativa e até mesmo reforçadora de ideias que podem ser desempenhadas pela utilização de imagens em textos didáticos (Diéguez, 1978).

Para o ensino da ciência química, os atributos das imagens podem ser ainda mais significativos se considerados os diferentes níveis de compreensão de seu conhecimento: o fenomenológico, mais associado aos sentidos; o

A seção "Pesquisa no ensino de Química" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na análise de resultados.

representacional, relacionado ao uso de símbolos, fórmulas e equações; e o teórico-conceitual, constituído pela manipulação mental de entidades abstratas como átomos e moléculas (Mortimer e cols., 2000). Seja qual for a dimensão de entendimento, é possível inferir que a possibilidade de explicação bem como a previsão do comportamento de um determinado sistema químico dependem da livre transição entre esses três níveis. Em outras palavras, é essa livre transição que dá requisitos para que o químico, em seu percurso profissional, e o estudante, em sua familiarização com essa modalidade de estudo sobre a natureza, contemplem em suas atividades os dois aspectos complementares dessa ciência (Chagas, 2006): o prático, que envolve uma maneira especial de lidar com a matéria; e o teórico, com a preocupação maior de *pensar* sobre os fatos observáveis em termos de esquemas e modelos representativos. Dessa forma, quanto mais elaborada for essa estratégia cognitiva, maior será o sucesso na interpretação de situações diferentes das estudadas em sala de aula. No entanto, essa nem sempre é uma tarefa fácil, conforme afirma Johnstone (2000):

[...] (o entendimento do nível microscópico) é a força de nossa disciplina como atividade intelectual, e a fraqueza de nossa disciplina quando tentamos ensiná-la, ou o mais importante, quando os estudantes tentam aprendê-la. (p. 11)

Destaca-se, nesse ponto, a importância da reflexão e da atuação docente, comentada por Maldaner (2003):

Os modelos teóricos da química [...] são criações humanas, próprias da ciência química, cujo entendimento não pode ser buscado empiricamente pelo esforço pessoal dos indivíduos. O acesso a

essas criações culturais é possível pela mediação didático-pedagógica que, de uma forma ou de outra, deverá ser proporcionada a todos os membros de uma sociedade que se propõe a ser democrática. (p. 102)

Nessa perspectiva, a habilidade de esquematização dos referidos modelos teóricos é apontada por alguns pesquisadores como ponto de distinção entre estudantes envolvidos com o entendimento de conceitos dos meramente solucionadores de problemas (Yarroch, 1985; Gabel e Samuel, 1987; Lythcott, 1990; Smith e Metz, 1996; Sanger, 2000; Vásquez e cols., 2001). Ou, segundo Nakhleh (1993), dos que se envolvem mais com o “por que” da química do que

com o “como”.

Considerando-se o exposto acima, pode-se assumir que os diferentes níveis de compreensão da ciência química, de seus objetivos e de sua forma de trabalho devem ser contemplados por todos os aspectos relacionados à prática de ensino e aprendizagem dessa ciência. Nessa perspectiva, os livros didáticos assumem destaque, pois comumente se caracterizam como obra de referência para professores e alunos (Santos, 2003), especialmente numa época de grande sofisticação de recursos disponíveis com conseqüente aumento de produção e divulgação imagética.

As influências dos livros didáticos podem ser observadas não apenas no âmbito da construção individual do conhecimento, mas também como importante influenciador curricular, como destaca Campanario (2001):

Para muitos professores, a escolha de um livro didático significa sua escolha curricular mais importante, pois não é raro que esse instrumento exerça um efeito poderoso sobre seus enfoques docentes e sobre as

estratégias de aprendizagem dos alunos. (p. 352, tradução nossa)

Diante disso, os livros didáticos são convertidos, em maior ou menor grau, em referenciais diretos para conteúdos abordados, exemplos utilizados, atividades desenvolvidas e problemas propostos. Daí a importância de serem analisadas as propostas editoriais em suas diferentes dimensões, inclusive a iconográfica, de especial interesse para o presente trabalho.

Essa observação ganha destaque num momento em que diversos pesquisadores em educação em ciências alertam para o fato de que

[...] raramente o aluno se depara com sistemas que ele mesmo tem de resolver, com momentos em que tem de refletir e opinar, criticando, posicionando-se, envolvendo-se, decidindo. (Coracini, 1999, p. 41)

Ainda que assumamos que o livro didático seja caracterizado pelo texto impositivo, diretivo e exercícios prescritivos, suas práticas de leitura não serão sempre as mesmas nem seguem, necessariamente, as regras de autores, editores e instituições governamentais (Bittencourt, 1997), de forma que o questionamento e a investigação da forma de uso desses materiais pelos professores torna-se fundamental.

Harrison (2001) elaborou uma análise dos modelos apresentados pelos livros (dois de biologia, dois de física e um de química) mais utilizados por professores da região do oeste australiano, relacionando sua apresentação com a forma de trabalho dos respectivos professores. Apesar de o livro de química apresentar a maior quantidade de modelos, de acordo com a classificação de Harrison, estes eram, em sua quase totalidade, referentes a símbolos, equações químicas (nível representacional de compreensão da química) e modelos matemáticos (fórmulas e equações). É relevante destacar que, apesar do grande número de “modelos” presentes no livro, os professores de química foram os que apresentaram as visões mais distorcidas acerca de sua importância

para a construção do conhecimento científico e de sua utilização em sala de aula (Harrison, 2001).

Somando-se aos resultados descritos por Harrison (2001), Souza (2007) discute as dificuldades no trabalho com modelos e inclusive de compreensão da importância do entendimento de fenômenos químicos em nível teórico-conceitual apresentadas por futuros professores de química. De forma mais preocupante, resultados semelhantes foram descritos para pós-graduandos em química (Souza e Cardoso, 2009).

A importância que o livro didático assume em sala de aula aliada às lacunas identificadas no processo de formação dos futuros professores de química, especialmente no que se refere à principal atividade dessa ciência, a modelagem (Justi e Gilbert, 1999), incitou o questionamento e a investigação da importância atribuída ao entendimento dos fenômenos químicos em nível teórico-conceitual por autores de livros didáticos destinados ao ensino da química, cujos resultados compõem o presente trabalho.

Desenvolvimento da pesquisa

Categorização inicial

Dentre os vários livros destinados ao ensino médio de química, as seis obras selecionadas para distribuição nas escolas públicas brasileiras pelo PNLEM foram tomadas como objeto de pesquisa, em razão da consequente maior circulação e, ao menos supostamente, utilização das referidas obras nessas instituições. Selecionados os livros (nomeados A, B, C, D, E e F), realizou-se levantamento inicial das ilustrações que traziam representações em nível teórico-conceitual para o fenômeno de dissolução. Além dos

motivos já explicitados anteriormente, a escolha desse tema deve-se à sua ampla ocorrência nos fenômenos vivenciados cotidianamente e também ao fato de que a grande maioria das reações químicas ocorre em solução, o que faz da dissolução um tema central no processo de ensino e aprendizagem de química.

A distribuição das ilustrações nas diferentes obras pode ser observada no Quadro 1, que traz o número de ilustrações associado ao contexto (tópico ou capítulo) em que estas foram inseridas no livro. Como é possível observar, as representações para o fenômeno de dissolução foram inseridas durante as discussões sobre soluções e solubilidade, ácidos e bases, comparação entre substâncias iônicas e covalentes e força de eletrólitos.

Análise e discussão das representações para o tema dissolução em nível teórico-conceitual

Em trabalho sobre categorização das ilustrações presentes em livros didáticos de tecnologia, Diaz e Pandiella (2007) trazem breve levantamento das definições dos termos *texto* e *paratexto*. *Texto* é definido como qualquer passagem falada ou escrita, de qualquer extensão, que funcione como um todo coerente; enquanto *paratexto* é tudo que rodeia e/ou acompanha o texto. Ainda que não exista uma classificação única, os elementos do paratexto podem ser construídos com palavras, materiais (capa, contracapa) ou imagens, essas últimas contemplando a utilização das ilustrações, de especial interesse para esse trabalho (cabe destacar que uma imagem passa a ser uma ilustração quando ancora o texto, dando volume, ou hierarquizando certas passagens). Ainda segundo as

autoras, mesmo que muitas vezes as ilustrações pareçam simplesmente “enfeitar” o conteúdo abordado em textos expositivo-explicativos, elas são utilizadas quase sempre com o objetivo de explanar aquilo que, com palavras, resultaria numa explicação extensa e pouco clara.

Além do caráter estético, portanto, as ilustrações possuem inegável potencial pedagógico e gerador de conceitos, o que torna imprescindível o cuidado com sua elaboração e apresentação. Os resultados obtidos com a presente investigação, no entanto, apontam para maior necessidade de reflexão acerca desse potencial.

Um primeiro aspecto a ser destacado é a prevalência do cloreto de sódio (NaCl) como praticamente o único exemplo empregado na apresentação do conteúdo de dissolução na grande

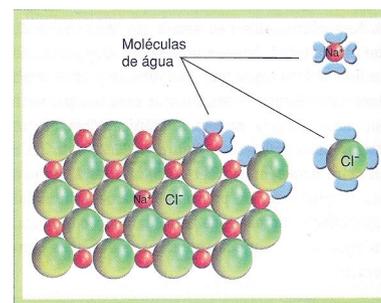


Figura 1: Modelo de solvatação dos íons de um sólido iônico encontrado no livro A.

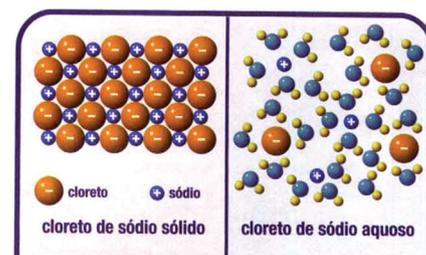


Figura 2: Representação microscópica da dissociação iônica – separação de íons – do cloreto de sódio encontrada no livro C.

Quadro 1: Número de ilustrações referentes ao processo de dissolução relacionadas ao tópico ou capítulo em que foram inseridas nas seis obras aprovadas pelo PNLEM.

Obra	Soluções e solubilidade	Ácidos e Bases	Substâncias iônicas e covalentes	Força de eletrólitos	Total
A	2	1	1	0	4
B	1	2	0	1	4
C	7	0	3	0	10
D	0	3	6	3	12
E	2	1	0	0	3
F	6	0	3	1	10

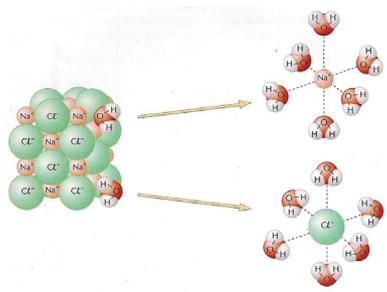


Figura 3: Solvatação dos íons encontrada no livro E.

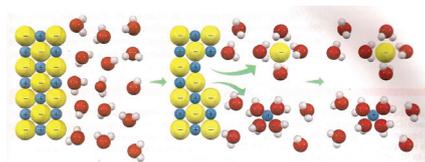


Figura 4: Dissociação iônica encontrada no Livro F.

maioria das obras. As Figuras 1, 2, 3 e 4, encontradas nos livros A, C, E e F, respectivamente, exemplificam tal observação.

Cabe destacar que a Figura 1 da obra A apresenta um possível obstáculo no entendimento do modelo de comportamento da molécula água na solvatação, pois a representação dessa molécula muda: quando a água está solvatando o cátion, ela é mais angular; e quando ela está solvatando o ânion, é mais circular. Essa representação pode dar a impressão que a água modifica seu ângulo de ligação ao interagir com diferentes espécies iônicas.

Outro aspecto que merece ser ressaltado é a pouca diversificação dos exemplos utilizados. Quando foram encontrados outros exemplos, diferentes do usual $\text{NaCl} + \text{água}^1$, estes traziam conflitos conceituais nos paratextos ou na própria representação.

As Figuras 5, 6 e 7, retiradas da obra D, foram utilizadas durante a discussão dos conceitos de soluções eletrolíticas e não eletrolíticas. É importante observar a riqueza de detalhes apresentada pelos autores durante a discussão do processo de dissolução do NaCl em água em contraposição à descrição do mesmo processo para as demais substâncias. No caso da dissolução do etanol, por exemplo, as moléculas de água foram representadas somente de maneira a preencher os espaços sem qualquer consideração para o aspecto

da polaridade dessas moléculas.

Considerando que a obtenção do sistema álcool + água depende do estabelecimento de interações entre as moléculas constituintes das duas substâncias, a Figura 7 poderia comportar-se como disseminadora de concepção inadequada acerca do referido processo, pois a molécula de água não interage com a molécula de etanol.

Situação semelhante foi observada na obra B quando discutida a solubilidade de substâncias polares e apolares. Mais uma vez, a dissolução do cloreto de sódio é discutida em detalhes, com atenção para o nível

teórico-conceitual de compreensão, contrapondo-se à discussão do processo para outras substâncias, cujo processo de dissolução aparece restrito ao âmbito fenomenológico como demonstram as Figuras 8 e 9.

Já na obra F, o conjunto etanol + água, Figura 10, foi representado com destaque para as ligações intermoleculares de hidrogênio que possibilitam, sob o aspecto macroscópico, a obtenção de um sistema homogêneo e pode levar o leitor a considerar que as moléculas passam a ter uma orientação paralela induzida pelas moléculas de água.

Não se pode negligenciar o papel

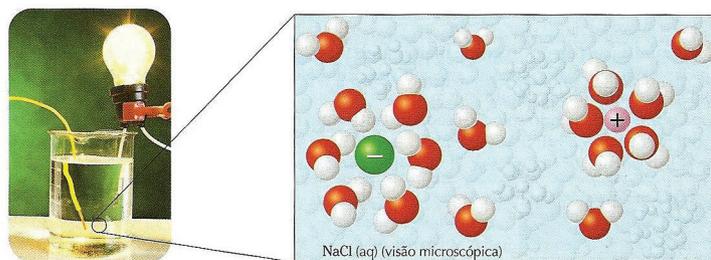


Figura 5: Representação para a dissolução do cloreto de sódio em água (obra D). Junto à figura, havia o seguinte texto: "O pólo negativo de algumas moléculas de água tende a 'arrancar' os íons Na^+ do retículo cristalino do sal; e os pólos positivos de outras moléculas de água tendem a 'arrancar' os íons Cl^- do retículo, provocando a dissociação iônica do sal. Assim, os íons Na^+ e Cl^- 'passam' para a solução, cada um deles 'rodeado' por várias moléculas de água. Esse fenômeno recebe o nome de solvatação dos íons".

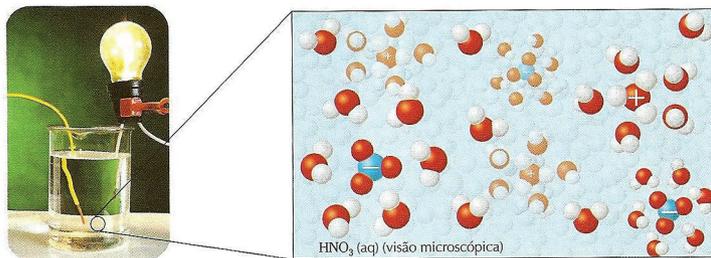


Figura 6: Representação para a dissolução do ácido nítrico em água (obra D). Abaixo da figura, seguia o texto: "A água reage quimicamente com o HNO_3 , provocando a formação dos íons H_3O^+ e NO_3^- . Esse fenômeno recebe o nome de ionização do HNO_3 , e os íons H_3O^+ e NO_3^- permanecerão em solução, solvatados".

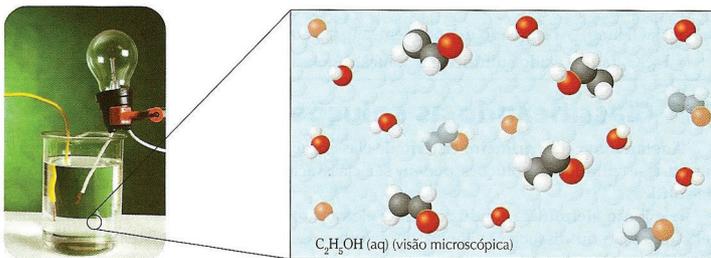


Figura 7: Representação para a dissolução do etanol em água (obra D). Não havia texto explicativo relativo à figura.

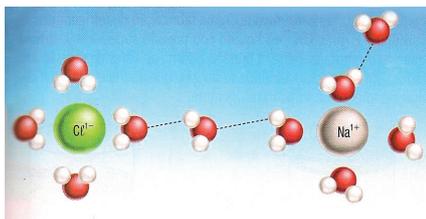


Figura 8: Representação para a dissolução do cloreto de sódio (obra B). A figura é precedida pelo texto: "Colocando em contato as duas amostras de modo que possam interagir, o sistema resultante é perfeitamente homogêneo, isto é, os íons do cloreto de sódio e as moléculas de água interatuam de modo compensador. Isso significa que os íons cloreto (Cl⁻) e os íons sódio (Na⁺) foram afastados uns dos outros portanto a atração eletrostática foi superada no cristal sólido do sal. O mesmo aconteceu entre as moléculas de água, cujas as ligações de hidrogênio foram rompidas, dando lugar a nova interação íon-dipolo".

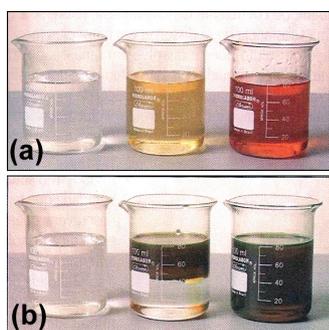


Figura 9: Ilustrações de misturas homogêneas e heterogêneas propostas pela obra B ao tratar do tema "Dissolução de sólidos ou líquidos em outro líquido". (a) Da esquerda para a direita: água, água + álcool + corante para visualização, álcool + corante; (b) água, água + óleo para motores, óleo para motores. A figura é precedida pelo texto: "A mesma argumentação utilizada para o sistema NaCl-água pode ser utilizada para a mistura água-álcool etílico".

do professor como mediador do aprendizado na promoção da discussão de outras situações, ou seja, na promoção da reflexão sobre outros exemplos de dissolução e atribuir ao livro didático a responsabilidade de esgotamento das discussões referentes a esse e a outros temas de interesse para a química. As considerações sobre algumas lacunas presentes na formação de futuros professores apresentadas no início do presente trabalho, no entanto, sugerem que a procura pela diversificação dos modelos apresentados, sempre que

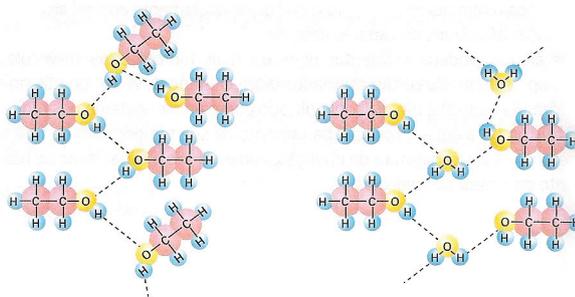


Figura 10: Interações moleculares encontradas no Livro F.

possível, deve ser uma constante preocupação daqueles que se propõem a elaborar materiais didáticos. Concordeando com Maldaner e Piedade (1995):

[...] o cerne da ciência química é perceber, saber falar sobre e interpretar as transformações químicas da matéria (ou das substâncias) causadas pelo favorecimento de novas interações entre as partículas constituintes da matéria, nas mais diversas situações. (p. 15, grifo nosso)

Um exemplo para essa assertiva pode basear-se na representação para a dissolução do iodo (Figura 11) proposta na obra F.

No exemplo mostrado na Figura 11, a apresentação da figura era precedida pelo seguinte texto: "Na dissolução do iodo sólido é necessário que as moléculas de iodo presentes no sólido desprendam-se da superfície do cristal e passem para a fase líquida" (grifo nosso). Por que não aproveitar a integração de conceitos e propor uma representação para as interações estabelecidas entre a água e o iodo para a promoção da referida dissolução?

Por mais que seja inquestionável o já mencionado papel do professor na discussão e extrapolação do que é apresentado pelo material didático, a pesquisa realizada com formandos

do curso de licenciatura em química anteriormente citada (Souza, 2007) evidenciou, além da dificuldade de aplicação do modelo geral da dissolução para substâncias diferentes do cloreto de sódio, a permanência de concepções simplistas e reducionistas como, por exemplo, a difundida ideia de que "semelhante dissolve semelhante". Assim, a resposta mais comum oferecida pelos licenciandos para a dissolução parcial do iodo em água foi de que este não dissolve em água por tratar-se de substância apolar.

Outro momento relativo à possibilidade de integração de conceitos (e aos cuidados ao fazê-lo) pode ser destacado a partir do modelo para a dissolução do fluoreto de potássio na obra C (Figura 12).

A Figura 12, apesar de trazer um

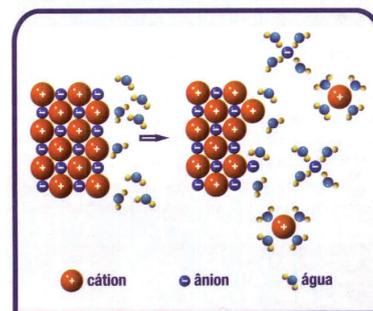


Figura 12: Representação para a dissolução do fluoreto de sódio proposta na obra C.

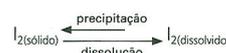
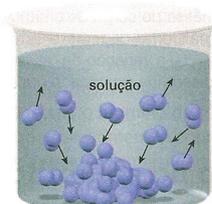


Figura 11: Representação para a dissolução parcial do iodo proposta na obra F.

exemplo de dissolução de composto predominantemente iônico diferente do cloreto de sódio, evidencia uma inadequação conceitual no que se refere à propriedade periódica de raio atômico/iônico, ao representar o cátion Na^+ como detentor de um raio maior quando comparado ao ânion F^- . Apesar de certamente tratar-se de um problema de edição, é importante destacar o potencial da imagem em questão como promotora de um entendimento fragmentado da química por parte dos estudantes, de forma que a consideração dos raios iônicos pode parecer importante para o estudo das propriedades periódicas, mas irrelevante para o estudo da dissolução. Mais uma vez, torna-se imprescindível destacar o papel do professor que pode, inclusive, transformar a situação em questão em momento de aprendizagem ao discutir as inadequações e novas possibilidades de representação para a dissolução proposta. Para isso, no entanto, é necessária postura investigativa e crítica por parte do docente, especialmente porque as referidas inadequações/insuficiências conceituais não são consideradas nas resenhas das obras elaboradas como auxílio à escolha do material pelos professores da rede pública (Brasil, 2007).

Finalmente, outro exemplo, retirado também da obra C e apresentado na Figura 13, reforça a necessidade de uma postura crítica frente ao material utilizado. A figura aparece num tópico denominado “A mobilidade dos íons” e representa esta em solução aquosa. Apesar de não tratar do processo de dissolução propriamente dito e, talvez por esse motivo, não representar as interações soluto-solvente responsáveis pelo fenômeno, a figura aparece imediatamente ao lado do texto “Quando uma substância iônica é adicionada à água, os íons são envolvidos pelas moléculas de água, num processo denominado solvatação, que diminui a atração entre as cargas. As-

Para o ensino da ciência química, os atributos das imagens podem ser ainda mais significativos se considerados os diferentes níveis de compreensão de seu conhecimento: o fenomenológico, o representacional e o teórico-conceitual.



Figura 13: Representação para a mobilidade dos íons em solução aquosa proposta pela obra C.

sim, cátions e ânions separam-se uns dos outros, podendo movimentar-se livremente na solução iônica formada”.

Mais uma vez, chamamos a atenção para o papel do professor como leitor crítico da obra didática, refletindo e atuando sobre o material disponível. A proposta de Bittencourt (1997), ainda que referente à análise de ilustrações em livros didáticos de história, mostra-se muito pertinente nesse contexto:

A transformação das ilustrações dos livros didáticos em materiais didáticos específicos [...] pode facilitar a difícil tarefa do professor na constituição de um leitor [...] autônomo e crítico. (p. 89)

Considerações finais

A análise das obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio para o ensino de química nas instituições públicas de ensino revelou alguns pontos que merecem ser cuidadosamente refletidos. Ainda que a leitura das ilustrações tenham se baseado no recorte do tema “dissolução”, é possível perceber

que a tentativa de “concretização” do nível teórico-conceitual por meio de desenhos, reconhecidamente um obstáculo para a aprendizagem da química, nem sempre é valorizada pelos autores. Assim, enquanto na obra

D existem doze ilustrações referentes ao tema, foram registradas apenas três na obra E.

A quantidade de ilustrações, no entanto, não assegura a facilitação de compreensão, dado que algumas inadequações conceituais foram detectadas. Essa observação tem sua gravidade potencializada se considerada a dificuldade relatada em trabalhos anteriores apresentados por futuros professores de química na representação do próprio processo de dissolução (Souza, 2007; Souza e Cardoso, 2009). Em virtude disso, como possibilitadores de mudanças em sala de aula, devemos estar atentos a todos os aspectos do livro didático.

Cabe destacar, ainda, que os critérios adotados pelo PNLEM para os livros de química foram muito semelhantes aos critérios adotados para os livros de biologia e física² (Brasil, 2006; Brasil, 2007), tornando-se, portanto, pouco específicos e negligenciando as particularidades de cada ciência. Tal questão já foi levantada por Amaral (2006):

O ensino de ciências, com suas particularidades, tem sido captado apenas tenuamente, de forma tangencial e obscura, a despeito da existência de estudos e pesquisas, inclusive relacionados a livros didáticos, que apontam para a necessidade de perseguir o alvo crucial constituído por suas bases e seus fundamentos (p. 96).

No caso da química, perde-se o foco essencial, a manipulação de entidades (sub)microscópicas. Os resultados desse trabalho sugerem, então, a necessidade de maior reflexão acerca da ênfase atribuída ao aspecto teórico-conceitual do conhecimento químico nos livros didáticos, bem como dos critérios prioritários para sua avaliação, contribuindo para a jornada em busca do aperfeiçoamento não só dos livros didáticos de química para Ensino Médio no que se refere à sua materialidade, mas também à sua forma de utilização nas salas de aula brasileiras.

1. As Figuras 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13 foram as únicas que continham representações diferentes do exemplo do NaCl + água, segundo a análise das seis obras na temática desse trabalho.

2. Para maiores esclarecimentos, consultar a “Ficha de Avaliação do PNLEM 2007” de química, física e biologia no site, na opção “catálogo”,

disponível em <http://www.fnde.gov.br/home/index.jsp?arquivo=livro_didatico.html#guia> e no “Edital do PNLEM2007” no item “Critérios para a avaliação de obras didáticas de ciências da natureza e suas tecnologias (física, química e biologia) para o ensino médio”, disponível em <http://www.fnde.gov.br/home/Id_ensinomedio/edital_pnlem2007.pdf>.

Anieli Fabiula Gavioli Lemes (anielli.fgl@gmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). **Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza** (quimikarina@usp.br), bacharel em Farmácia-Bioquímica pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UNESP – Araraquara, licenciada em Química pela UFSCar, mestre em Química pelo Instituto de Química da UNESP – Araraquara, é doutoranda em Química pelo Instituto de Química da USP-São Paulo. **Arnaldo Alves Cardoso** (acar-doso@iq.unesp.br), bacharel, licenciado e doutor em Química pela USP-São Paulo, é docente do Departamento de Química Analítica do Instituto de Química da UNESP-Araraquara.

Referências

AMARAL, I.A. Os fundamentos do ensino de ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H. e MEGID NETO, J. *O livro didático de ciências no Brasil*. Campinas: Komedi, 2006.

BITTENCOURT, C.M.F. Livros didáticos entre textos e imagens. In: _____ (Org.). *O saber histórico em sala de aula*. São Paulo: Contexto, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas a serem incluídas no catálogo do programa nacional do livro para o ensino médio – PNLEM/2007*. Brasília: MEC/SEF, 2006.

_____. Ministério da educação e do Desporto. *Química: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2008*. Brasília: MEC/SEF, 2007.

_____. *Apresentação do PNLEM*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12373%3Aplnd-e-pnlem-saiba-mais&catid=311%3Aplnem&Itemid=582>. Acesso em: 12 out. 2009a.

_____. *Programas de livros didáticos: Histórico*. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/home/index.jsp?arquivo=livro_didatico.html#guia>. Acesso em: 12 out. 2009b.

CAMPANARIO, J.M. ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 3, n. 19, p. 351-364, 2001.

CHAGAS, A.P. *Como se faz química: uma reflexão sobre a química e a atividade do químico*. 3. ed. Campinas: Unicamp, 2006. 110 p.

CORACINI, M.J. *Interpretação, autoria e legitimação do livro didático*. São Paulo:

Pontes, 1999.

DIAZ, L. e PANDIELLA, S. Categorización de las ilustraciones presentes en libros de texto de Tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n.2, p. 424-441, 2007.

DIÉGUEZ, J.L.R. *Las funciones de la imagen en la enseñanza*. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.

GABEL, D.L. e SAMUEL, K.V. Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, v. 64, n. 8, p. 695-697, 1987.

HARRISON, A.G. How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, v. 31, p. 401-435, 2001.

JOHNSTONE, A.H. Teaching of chemistry: logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v. 1, n. 1. p. 9-15, 2000.

JUSTI, R. e GILBERT, J.K. History and philosophy of science through models: the case of chemical kinetics. *Science & Education*, v. 8, n. 3, p. 287-307, 1999.

LYTHCOTT, J. Problem solving and requisite knowledge of chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 67, n. 3, p. 249-252, 1990.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. e ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 32, n. 2, p. 273-283, 2000.

MALDANER, O.A. *A formação inicial e continuada de professores de química*. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2003. 419 p.

MALDANER, O.A. e PIEDADE, M.C.T. Repensando a química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 15-19, 1995.

NAKHLEH, M.B. Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 1, p. 52-55, 1993.

SANGER, M.J. Using particulate draw-

ings to determine and improve students' conceptions of pure substances and mixtures. *Journal of Chemical Education*, v. 77, n. 6, p. 762-766, 2000.

SANTOS, F.M.T. Uso do software *dicewin* na química geral. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, p. 58-69, 2003. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br/abrapec/revistas/v3n1a5.pdf>>. Acesso em 10 maio 2006.

SILVA, H.C.; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M.H.S.; GASTAL, M.L. e CASSIANO, W.S. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. *Ciência e Educação*, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SMITH, K.J. e METZ, P.A. Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representation. *Journal of Chemical Education*, v. 73, n. 3, p. 233-235, 1996.

SOUZA, K.A.F.D. *O ensino universitário de Química em descompasso: dificuldades de futuros professores na construção do pensamento químico*. 2007. 128f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2007.

SOUZA, K.A.F.D. e CARDOSO, A.A. A formação em química discutida com base nos modelos propostos por estudantes de pós-graduação para o fenômeno de dissolução. *Química Nova*, v. 32, n. 1, p. 237-243, 2009.

VÁSQUEZ, T.; ANGELINI, M.C.; GUERRIEN, D. e LANDAU, L. Estrategia didáctica para vincular distintos niveles de conceptualización: estudo de um caso (parte 1). *Educación Química*, v. 12, n. 3, p. 149-157, 2001.

YARROCH, W.L. Student understanding of chemical equation balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 22, n. 5, p. 449-459, 1985.

Abstract: *Dissolution representations in Chemistry textbooks: the case of PNLEM.* In Chemistry education, so as in other sciences, the use of images is fundamental in the process of teaching and learning. By virtue of this, the textbooks can be a vehicle of such importance, therefore contributing with many images and representations. In this context, the present work has as objective to promote the analysis of the six books approved by the “Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM)”, being the main subject of investigation, the dissolution phenomena. Although the recognized importance of operate in the theoretical and conceptual level to understand chemistry phenomena, our results suggest the need of greater reflection concerning the emphasis attributed to this ability. And so, this paper has as purpose contributing in the reflection of the professor during the choice and use of the LDs and in the process of evaluation of the same.

Keywords: textbooks, PNLEM, theoretical-conceptual representations