

## Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos

Gustavo Bizarria Gibin e Luiz Henrique Ferreira

Johnstone (1993; 2000) propõe a existência de três níveis diferentes de representações do conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Basicamente, no ensino formal de química, o nível mais utilizado é o simbólico. Assim, é importante o uso de imagens que privilegiem os níveis macroscópico e principalmente o submicroscópico, sobre o qual geralmente os estudantes possuem dificuldades de compreensão. Neste trabalho, são discutidos possíveis usos de imagens no ensino e na disciplina de Química. Os estudantes avaliaram o uso de imagens em sala de aula e apontaram que estas auxiliam na aprendizagem, desde que se tenha um bom professor para empregá-las. Os resultados dessa avaliação confirmam a necessidade de se investir na formação inicial dos professores para que utilizem adequadamente imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos.

► imagens, níveis de representação, conceitos químicos ◀

Recebido em 24/10/2010, aceito em 23/07/2012

**A**tualmente, o ensino é entendido como um processo que depende das interações que o aluno tem com o meio, os professores e as ferramentas a que tem acesso. Dentre essas ferramentas, encontram-se os sistemas de representação externa, que podem ser: a escrita, os símbolos e signos matemáticos e as representações imagéticas dos mais diversos tipos (García e Perales, 2006).

O termo imagem apresenta inúmeros significados e estes dependem da área do conhecimento e o contexto em que o termo é empregado. A imagem pode ser estudada em várias áreas do conhecimento como, por exemplo: arte, psicologia, comunicação, filosofia, ciências e educação.

De acordo com Sebata (2006), nas artes, a imagem está diretamente relacionada com a representação visual – como afrescos e pinturas – e mais atualmente com filmes, vídeos e animações. Johnson-Laird (1983) considera que, na psicologia, as imagens são visualizações internas de um modelo, ou

O termo imagem apresenta inúmeros significados e estes dependem da área do conhecimento e o contexto em que o termo é empregado. A imagem pode ser estudada em várias áreas do conhecimento como, por exemplo: arte, psicologia, comunicação, filosofia, ciências e educação.

seja, são visualizações mentais de um sistema que o sujeito utiliza para compreender o mundo. Sebata (2006) ainda propõe que, no meio científico, as imagens desempenham um papel de representação gráfica dos fenômenos, produzidas por meio da observação destes, que podem ser realizadas com ou sem instrumentos. Portanto, as imagens na ciência representam uma tentativa de explicação e de representação da realidade.

No contexto pedagógico, Carneiro (1997, p. 367) sugere a definição de imagem como “representação visual, real ou analógica de um ser, fenômeno ou objeto, que normalmente se apresenta em oposição ao texto escrito [...], onde a oposição se

situa entre a imagem e linguagem, ou seja, signo linguístico e signo não linguístico”. Portanto, nessa definição, a imagem é considerada uma complementação do sentido do texto.

De acordo com Costa (2005), as imagens apresentam um caráter intuitivo muito maior do que a linguagem verbal/escrita, pois elas são mais universais do que as linguagens verbais e sonoras. Assim, a utilização da imagem pode ser útil como um recurso didático, pois esse caráter intuitivo

A seção “Relatos de sala de aula” socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.

da linguagem visual pode facilitar a aprendizagem dos estudantes.

De modo mais amplo, Costa (2005) considera que o ser humano trabalha intelectualmente com as imagens de um modo natural, embora a utilização do verbo olhar em vez de ver talvez fosse mais apropriada em sua afirmação:

*Nosso cérebro foi desenvolvido para processar as informações visuais organizando-as em modelos que reconstróem internamente a realidade, dando-lhes sentido. Por isso, ver é conhecer. (p. 32)*

Assim, a autora relaciona o uso de imagens com a construção de representações internas, ou seja, por meio da visão, é possível elaborar modelos que representam a realidade. Desse modo, o uso de imagens torna-se uma opção relevante para a prática pedagógica.

Entretanto, por que, de um modo geral, as imagens são pouco utilizadas no ensino? De acordo com Costa (2005), vários fatores colaboram para que a linguagem escrita/verbal seja privilegiada na educação formal em detrimento da visual. Inicialmente, o registro do conhecimento humano foi realizado por meio da linguagem escrita, que demanda um processo de alfabetização por parte de quem deseja ter acesso a ele. Além disso, a visual é tida como imprecisa, ambígua e pouco ligada à racionalidade e, assim, não é indicada para ser trabalhada na ciência e no ensino de ciências. Por fim, a escola teve um papel fundamental na afirmação da linguagem verbal em função da afirmação da língua pátria. Assim, existe um senso comum de que as imagens não são importantes para serem trabalhadas no ensino, pois de forma geral são imprecisas e ambíguas. A linguagem escrita é então assumida como o meio ideal para registrar e difundir o conhecimento porque é considerada mais ligada à racionalidade e, desse modo, mais objetiva.

Ontoria et al. (2008) discutem que na sociedade ocidental o pensamento é expresso por meio de palavras e que, além disso, o uso de imagens para a elaboração de pensamentos é considerado como sinal de imaturidade cognitiva. Esses autores discordam desse senso comum e apontam que essa ideia é proveniente de um predomínio cultural baseado no uso de palavras. Além disso, apontam que o uso de imagens é relevante, pois facilita e estimula a retenção e a lembrança dos conceitos que foram aprendidos, visto que elas são mais facilmente lembradas do que as palavras. Assim, o seu uso em atividades didáticas é apropriado e deveria ser incentivado pelos professores. Costa (2005) sugere diferentes usos de imagens na prática pedagógica:

- **Uso ilustrativo da imagem:** um desenho pode tornar visíveis aspectos difíceis de serem entendidos por linguagem verbal;

- **Uso da imagem como elemento mobilizador de um grupo em torno de um determinado assunto:** por exemplo, um grupo é apresentado a uma ilustração e discutem-se questões sugeridas pela imagem e, por fim, o professor introduz suas observações acerca dela;
- **Como exercícios de aplicação e fixação de conceitos:** é possível, por exemplo, empregar imagens em exercícios no estudo do conceito de isomeria, evidenciando que duas substâncias possuem a mesma composição química, mas apresentam disposições diferentes dos átomos em suas estruturas;
- **Como avaliação:** é possível que o aluno expresse conhecimentos e informações sobre um determinado conteúdo científico por meio da interpretação de uma imagem. Os vestibulares das maiores universidades públicas do país cada vez mais empregam imagens (tabelas, gráficos, figuras, esquemas e diagramas) em seus exames;
- **Uso em trabalhos interdisciplinares:** é viável o emprego de uma imagem como ponto de partida para a realização de um trabalho com o envolvimento dos professores de diferentes disciplinas.

Portanto, existem várias maneiras de utilizar as imagens na sala de aula e cabe ao professor adotar em sua prática o uso destas de acordo com os objetivos pedagógicos pretendidos. É importante salientar que o professor pode empregar outros recursos didáticos, tais como a experimentação e as tecnologias de informação e comunicação.

Levie e Lentz (*apud* Peralez e Jiménez, 2002) realizaram uma revisão em 58 trabalhos cujo foco foi a análise da influência que as imagens exercem nas pessoas como um instrumento no processo de ensino e aprendizagem. Os autores observaram os principais aspectos. Nas situações de ensino e aprendizagem, a introdução de imagens que somente embelezam o texto não proporciona melhorias na aprendizagem dessas informações. As ilustrações empregadas em um livro didático que repetem as informações contidas em texto produzem um efeito positivo sobre a aprendizagem. Em alguns casos, é possível utilizar as ilustrações para substituir, com eficiência, um texto escrito. A simples presença de uma imagem não facilita nem dificulta necessariamente o processo de aprendizagem. O uso

de ilustrações adequadas facilita a compreensão de textos e melhora a memorização, especialmente a de longo prazo. Muitas vezes, os leitores podem apresentar dificuldade para compreender as ilustrações complexas se não for fornecido nenhum subsídio no momento da leitura e, além disso, muitos geralmente fazem uma leitura superficial das imagens, pois não esperam que elas apresentem informações relevantes. As

Inicialmente, o registro do conhecimento humano foi realizado por meio da linguagem escrita, que demanda um processo de alfabetização por parte de quem deseja ter acesso a ele. Além disso, a visual é tida como imprecisa, ambígua e pouco ligada à racionalidade e, assim, não é indicada para ser trabalhada na ciência e no ensino de ciências. Por fim, a escola teve um papel fundamental na afirmação da linguagem verbal em função da afirmação da língua pátria.

imagens provocam reações afetivas e são mais atraentes do que as palavras. Por fim, quando os estudantes são motivados a elaborar suas próprias imagens mentais, a partir das imagens impressas, apresentam resultados mais positivos em relação à aprendizagem.

Finalmente, Perales (2006) propõe condições que podem favorecer a eficiência didática das imagens como, por exemplo: a imagem melhora seu potencial pedagógico quanto mais complexa é sua capacidade de representar o conteúdo com o qual se relaciona. Outro fator observado é que as imagens auxiliam mais em textos complexos do que nos simples. Além disso, as imagens e o texto devem formar um corpo de informação coerente. No caso das informações multimídia, imagem e texto integrados têm maior eficiência do que quando aparecem separados ou somente é apresentado o texto. Assim, é preciso que o autor das imagens (professor ou autor do livro didático) se atente para esses cuidados durante o processo de sua produção para que apresentem um maior potencial pedagógico.

A imagem é, portanto, um recurso que, apesar das vantagens e desvantagens, pode ser utilizado no ensino. No entanto, quando utilizada adequadamente, representa um instrumento que pode proporcionar melhorias no processo de ensino e aprendizagem.

### Implicações para a ação docente

Visando à criação de uma identidade própria, o Ministério da Educação (MEC) propôs em 2001 uma reformulação nos cursos de licenciatura. Uma das consequências dessa mudança ocorreu pelo fim do oferecimento da complementação dos cursos de bacharelado com as licenciaturas (Brasil, 2001). Assim, houve mudanças nas cargas horárias dos cursos de licenciatura, como a inclusão de 400 horas de prática como componente curricular a serem desenvolvidas ao longo do curso e de outras 400 de estágio supervisionado, realizadas após a metade do curso. Dessa forma, parte da carga horária voltada ao desenvolvimento da prática docente do licenciando poderia ser utilizada para a elaboração e avaliação de imagens como recurso didático auxiliar para as aulas de química.

O uso de imagens como recurso didático pode proporcionar um melhor e mais fácil aprendizado e compreensão dos textos, desde que haja a relação entre estes e as imagens. É importante ressaltar que elas não são autoexplicativas, sendo necessária a mediação do professor na sua compreensão, explicitando os aspectos mais relevantes.

Espera-se que, durante a formação inicial, o futuro professor tenha a oportunidade de elaborar, utilizar e avaliar os diferentes recursos didáticos disponíveis como as imagens, por exemplo. Nas horas de prática como componente curricular, o professor pode orientar a elaboração das imagens e estas podem ser utilizadas nos estágios supervisionados. Dessa forma, seria possível para o curso de formação inicial estabelecer parceria com professores do ensino médio da rede pública e favorecer também o desenvolvimento de atividades voltadas à formação continuada. Por fim, seria

possível avaliar as imagens e o seu uso com o professor orientador e incluir nessa discussão o professor em exercício no ensino médio.

### Utilização de imagens no ensino de química

O uso de imagens pode ser um recurso didático útil para o ensino de química, pois estudos têm mostrado que os estudantes que possuem a habilidade de visualizar o fenômeno químico no nível molecular desenvolvem boa compreensão conceitual (Nakhleh, 1993a; 1993b; Paselk, 1994). Essa visualização a que os autores se referem seria uma mental, ou seja, uma representação interna do fenômeno em nível submicroscópico. Segundo Turner (1990, p. 955), muitos estudantes não têm sucesso em cursos de química porque “nunca aprenderam a visualizar sistemas químicos ou a fazer desenhos para ajudar a resolver problemas”. Assim, torna-se importante desenvolver a habilidade de visualização nos estudantes, visto que esta é essencial para uma boa compreensão da química.

### Níveis de representação do conhecimento químico

Johnstone (1993; 2000) afirma que, no processo de compreensão do conhecimento químico, estão envolvidos três diferentes níveis de representação: macroscópico, submicroscópico e simbólico. De acordo com Wu et al. (2001), no nível de representação macroscópico, os fenômenos são observáveis e, no submicroscópico, o fenômeno químico é explicado por meio do arranjo e movimento de moléculas, átomos, íons, elétrons ou outras espécies subatômicas. A química no nível simbólico refere-se tanto a representações simbólicas de átomos e moléculas, quanto a símbolos químicos como, por exemplo, fórmulas, equações e estruturas. Assim, para obter uma boa compreensão da química, é necessário conhecer esses níveis de representação, bem como transitar entre eles. A Figura 1 constitui um exemplo de representação desses três níveis.

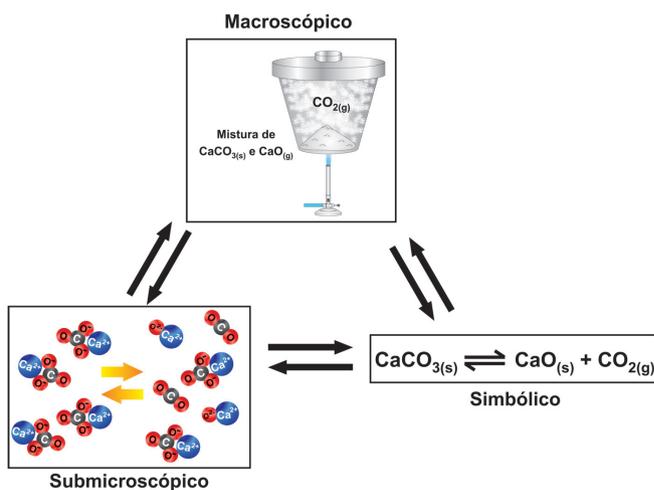


Figura 1: Exemplos dos níveis de representação do conhecimento químico.

Ben-Zvi et al. (1987) salientam que várias pesquisas mostram que os estudantes apresentam dificuldades para compreender os diferentes níveis de representações em química. Ainda segundo a autora, os estudantes apresentam dificuldades com as representações submicroscópica e simbólica porque são invisíveis e abstratas, e o pensamento deles é elaborado sobre a informação sensorial. Além disso, conforme assinala Gillespie (1997, p. 484), “*os estudantes não conseguem estabelecer relações apropriadas entre o nível macro e o submicroscópico*”. É relevante para o ensino de química investigar as dificuldades apresentadas pelos alunos nas diferentes formas de representação, e como constroem seus modelos sobre os conceitos químicos. Conhecendo as representações internas dos estudantes, é possível propor metodologias de ensino adequadas que promovam uma evolução dos modelos ou conceitos para o que é cientificamente aceito.

O uso de imagens presentes nos livros didáticos pode ser importante para o professor, pois atualmente os livros didáticos apresentam grande quantidade delas. Entretanto, Kiill (2009) aponta que a maior parte das empregadas nos livros de química aprovados no PNLEM-2007 representa o nível macroscópico e, além disso, as relações entre os diferentes níveis de conhecimento químico não são explorados adequadamente.

Segundo Dori et al. (2003), o uso da internet como ferramenta pedagógica alternativa proporcionou um avanço no desenvolvimento de algumas habilidades dos estudantes no curso de química como as representações submicroscópica e simbólica. Oblinger (1993, p. 246), afirma que “*a interação entre estudantes, o professor e as aplicações multimídia faz com que os estudantes tornem-se participantes ativos no processo de aprendizagem*”. Ainda segundo este, quando o professor apenas fala, cerca de 20% das informações são retidas pelos alunos; quando os alunos vêem e ouvem as informações, eles podem reter cerca de 40%. No entanto, quando eles veem, ouvem e estão ativamente envolvidos no processo de aprendizagem, retêm cerca de 75% das informações. Com isso, ele (p. 247) conclui que “*o que se verifica em situações com uso da multimídia é que os estudantes não são meramente recipientes passivos que armazenam informação*”.

Velázquez-Marcano et al. (2004) afirmam que o uso de visualizações é muito importante para o ensino de química, principalmente na forma de demonstrações em sala de aula e de animações que evidenciam a natureza particulada da matéria. Segundo Russel et al. (1997), estudos têm mostrado que o uso de animações moleculares em nível submicroscópico e demonstrações em vídeo têm feito com que estudantes consigam relacionar melhor os níveis de representação em geral e, além disso, melhorar a compreensão conceitual.

## Questão de pesquisa

Diante do exposto, em relação ao potencial das imagens no ensino de química e o seu uso pedagógico pouco frequente, este trabalho foi realizado para obter a percepção dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar nas aulas de química e, desse modo, a questão de pesquisa foi a seguinte: como os estudantes de ensino médio avaliam o uso de imagens como recurso didático auxiliar no ensino de conceitos químicos?

### Objetivos

Os objetivos do trabalho foram conhecer o perfil dos estudantes em relação ao uso de materiais didáticos em sala de aula e averiguar como estes avaliam o uso de imagens, por meio de transparências, como recurso no ensino de conceitos químicos.

### Metodologia

Foi produzido um banco de imagens sobre conceitos químicos com a finalidade de ser empregado em aulas de química do ensino médio e em disciplinas de nível superior. As imagens foram produzidas pelos pesquisadores que levaram em consideração os

níveis de representação do conhecimento químico, conforme discutidos por Johnstone (1993; 2000) e, além disso, tentou-se integrar na maioria das imagens esses três níveis representacionais, relacionando-os entre si para parte considerável do conteúdo abordado no ensino médio. Basicamente, em cada imagem produzida, buscava-se abordar um conceito ou fenômeno químico e representá-lo por meio de mais de um nível de representação de Johnstone (1993; 2000) e se possível pelos três diferentes níveis. Além disso, foi considerada a necessidade de partir do conhecimento prévio e concreto dos alunos, iniciando-se pelo nível macroscópico para posteriormente ilustrar o fenômeno em discussão no nível submicroscópico. Assim, o banco de imagens foi produzido por meio do uso de recursos computacionais como o programa de ilustração CorelDRAW 10 e eventualmente o editor de imagens Photoshop 6.0. As imagens produzidas abordaram desde representações de reações químicas, modelos atômicos, esquemas de separações de misturas, estados físicos da matéria até a construção de gráficos e tabelas.

Duas professoras de escolas públicas de ensino médio do município de São Carlos (SP) participaram da elaboração do material. Cabe salientar que elas eram parceiras do grupo de pesquisa e realizaram vários trabalhos em conjunto. Além disso, foi discutido com elas o uso das imagens no ensino de química. Na produção das imagens, inicialmente cada uma era apresentada às professoras e elas davam contribuições

É relevante para o ensino de química investigar as dificuldades apresentadas pelos alunos nas diferentes formas de representação, e como constroem seus modelos sobre os conceitos químicos. Conhecendo as representações internas dos estudantes, é possível propor metodologias de ensino adequadas que promovam uma evolução dos modelos ou conceitos para o que é cientificamente aceito.

sobre os conceitos abordados e formas de abordá-las durante a aula, ou seja, elas contribuíram tanto na abordagem pedagógica quanto conceitual na elaboração das imagens. Após a criação destas, foram produzidas transparências e fornecidas para as professoras as utilizarem em suas aulas, pois retroprojetores ainda existem em muitas escolas públicas. Além disso, elas também receberam um CD-ROM contendo todo o banco de imagens, pois também teriam a opção de exibi-las em um datashow. Estas utilizaram as imagens impressas em transparências durante todo o período de um ano letivo como recurso didático complementar de suas aulas, principalmente como auxílio para discutir os conceitos e fenômenos químicos representados nos diferentes níveis propostos por Johnstone (1993; 2000). No entanto, em função de problemas com os diferentes calendários escolares, foi possível realizar a completa coleta de dados em apenas uma das escolas.

Em relação à forma de coleta de dados para este estudo, foram escolhidas duas turmas da 3ª série do ensino médio, com cerca de 35 estudantes cada, para os quais foram aplicados pré-testes e pós-testes objetivos sobre as aulas em que a professora empregou o material produzido. Dessa forma, os alunos avaliaram a possível contribuição do uso das imagens em transparências para o aprendizado de conceitos químicos. Os instrumentos de coleta de dados foram dois questionários que apresentavam tanto questões dissertativas quanto objetivas. As aulas foram acompanhadas por amostragem, e os alunos responderam a um pré-teste para que fosse conhecido o perfil destes em relação ao uso de materiais didáticos no contexto escolar. Ao final do tema trabalhado, foi ministrada pela professora uma aula de revisão sobre ácidos e bases e aplicado o pós-teste com a finalidade de os alunos avaliarem a eficiência das imagens exibidas em transparências como recurso didático.

## Resultados e discussão

A seguir, serão apresentados e discutidos os dados referentes apenas à escola em que foi possível aplicar na íntegra o projeto. Inicialmente são apresentados os dados obtidos por meio do pré-teste. Na sequência, serão apresentadas algumas considerações da docente que empregou as transparências durante o ano letivo. Por fim, serão apresentados e discutidos os resultados do pós-teste.

### Resultados do pré-teste

Em relação ao fato de os alunos gostarem ou não de química, mais da metade (67,6%) afirmou que não gosta, e o principal motivo alegado foi a dificuldade de compreensão (64,9% do total). É possível que muitas dessas dificuldades estejam relacionadas à falta de estabelecimento de relações entre os níveis do conhecimento químico como afirmam alguns pesquisadores (Ben-Zvi et al., 1987; Gillespie, 1997).

Parte expressiva dos estudantes (78,4%) declarou que fora da escola não faz associação das imagens de livros,

internet, televisão com o que aprende em química. Apenas 8,1% afirmam fazer tais relações. Por meio desses dados, é possível inferir que os estudantes, de modo geral, não relacionam o conteúdo escolar com o conhecimento cotidiano ou o proveniente de outras formas de comunicação.

A maioria dos alunos (cerca de 75% do total) afirmou que em nenhuma disciplina o professor utiliza transparências ou outra forma de apresentação de imagens. Apenas uma parcela dos estudantes (16,2%) lembrou que, durante as aulas de história, foram utilizadas transparências. Assim, parece que, em geral, também os professores de outras disciplinas pouco (ou nunca) empregam transparências ou outras formas de imagens em suas aulas.

A Figura 2 ilustra a dificuldade dos estudantes em estabelecer relação de uma teoria química com a prática.

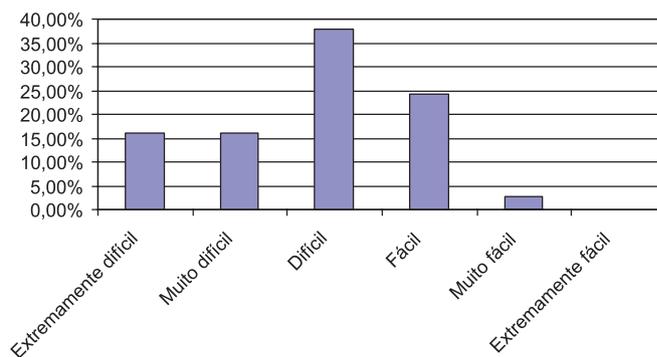


Figura 2: Respostas obtidas sobre a dificuldade/facilidade dos alunos em associar uma teoria química com a prática.

É possível notar na Figura 2 que os estudantes consideram difícil estabelecer a associação da teoria com a prática. Uma expressiva parte dos alunos (70,2%) afirmou que é difícil, muito difícil ou extremamente difícil para eles realizarem a associação da teoria com a prática. O uso de imagens que representam os níveis macroscópico e submicroscópico para um dado fenômeno ou conceito químico pode auxiliar no estabelecimento da relação entre teoria e prática pelos estudantes, ajudando o professor a superar essas dificuldades.

A Figura 3 apresenta o resultado do questionamento sobre a dificuldade dos estudantes em imaginar os fenômenos químicos discutidos em aula.

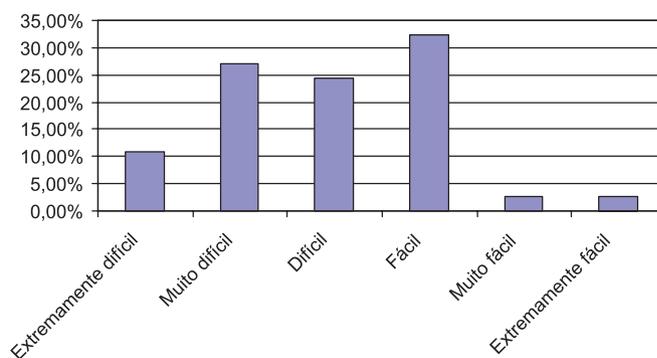


Figura 3: Respostas obtidas sobre a dificuldade/facilidade dos alunos em imaginar os fenômenos químicos.

Pode-se observar na Figura 3 que a maior parte dos alunos (62,1%) apresenta alguma dificuldade em imaginar fenômenos químicos. Esse dado é coerente com a falta de uso das representações do conhecimento químico na sala de aula. Entretanto, uma parcela considerável (cerca de 30%) afirmou possuir facilidade em imaginar os fenômenos químicos. Portanto, para os alunos, eles apresentam dificuldades para imaginar os fenômenos/conceitos químicos de forma geral. Isso ocorre, em parte, devido à exploração praticamente exclusiva do nível de conhecimento simbólico nas aulas de química. Para auxiliar os alunos na concepção de fenômenos químicos, é importante explorar o nível submicroscópico nas aulas, pois este reflete a ocorrência dos fenômenos em nível atômico-molecular.

Em relação às dificuldades que os estudantes apresentam e à falta de algum material de apoio para o professor – como um livro, filme ou transparência, quando este trata de um assunto novo –, grande parte dos alunos (67,5%) considera que a falta de materiais de apoio para o professor causa alguma dificuldade de compreensão para eles próprios quando é iniciado um novo assunto de química. Nesse sentido, é difícil atribuir as dificuldades de aprendizagem de química apenas à falta de recursos, mas certamente, como manifestam os estudantes, o aprendizado poderia ser facilitado caso estes existissem na escola.

A maioria dos alunos (70%) afirmou não ter feito esforço para imaginar como ocorre uma reação ácido-base quando assistiu à aula sobre esse assunto. Esse fato contribui para que eles não apresentem uma boa compreensão da química, pois se não se esforçam para imaginar como ocorre uma reação envolvendo espécies químicas relativamente simples (íons  $H^+$  e  $OH^-$ ) por meio de uma representação submicroscópica, dificilmente conseguirão associar essa representação com a simbólica, que é mais comumente apresentada durante a aula. Cabe ressaltar que esse conceito é fundamental (subsunçor) para a compreensão de diversos outros fenômenos químicos estudados no ensino médio.

Em relação às dificuldades de compreensão das teorias ácido-base, antes da aula de revisão sobre esse assunto, quase todos os alunos (94,6%) afirmaram apresentar alguma dificuldade com relação ao tema ácido-base antes da revisão, e quase metade dos estudantes (46%) afirmou que tinha muita dificuldade. Isso pode ser um indício da falta do estabelecimento de relações entre os níveis de representação do fenômeno envolvido. Cabe ressaltar que mesmo nos livros didáticos de química aprovados no PNLEM e, portanto, mais adotados no país, essas relações não são devidamente exploradas como afirma Kiill (2009).

### Considerações da docente

Durante o intervalo da primeira aula de aplicação das imagens, a professora comentou que sentiu certa insegurança, pois ela não tinha costume de utilizar transparências como recurso didático. Disse também que sentia falta de escrever na lousa e ainda não havia encontrado um equilíbrio entre

o uso da lousa e o uso das transparências. Essa professora manifestou também receio de discutir muitos conceitos utilizando as transparências e, dessa forma, não respeitar o ritmo de aprendizagem dos alunos.

Durante a aula, a professora enfatizou para os alunos a necessidade de prestar bastante atenção, pois ela estava falando mais do que escrevendo na lousa. Em seguida, complementou dizendo que os alunos eram “*viciados em lousa*”, e vários deles concordaram. Foi relevante a discussão levantada pela professora, pois os próprios estudantes afirmaram que sentiam falta da dinâmica de aula imposta pelo uso da lousa como o principal recurso didático.

Na segunda aula (com a segunda turma), a professora explorou melhor o potencial das transparências, explicando os conceitos e discutindo todos os detalhes da imagem. No fim dessa aula, ela disse que tinha conseguido trabalhar melhor com as transparências, mas ainda estava buscando um equilíbrio entre o uso da lousa e das transparências. Ela também comentou que com a prática deveria encontrar esse equilíbrio, pois há uma grande mudança no estilo de trabalhar ao adotar o uso de imagens. Finalmente, ela concluiu que a aula se torna mais dinâmica: como se escreve menos na lousa, ganha-se tempo para a discussão verbal e, assim, é possível discutir mais conceitos.

### Resultados do pós-teste

Em relação à compreensão dos estudantes sobre o tema ácidos e bases após a aula com a utilização de transparências, uma elevada porcentagem de alunos afirmou que sua compreensão sobre o tema após a aula foi boa ou foi muito boa (92,5%). Os estudantes afirmaram que os motivos responsáveis pelo bom entendimento do assunto foram: o fato de ter uma professora que explica muito bem (26,6%), o uso de transparências sobre o assunto nessa aula (34,4%) e cerca de um quarto deles afirmou que foi o fato de a professora ter explicado muito bem o assunto juntamente com a utilização de transparências.

Portanto, a exibição de imagens constitui mais uma ferramenta pedagógica para ser utilizada em sala de aula, sem substituir o trabalho do professor. Em sua formação, inicial ou continuada, é importante que os docentes aprendam a empregar os diferentes recursos didáticos como transparências por exemplo e, além disso, conheçam a função pedagógica destes.

A Figura 4 apresenta a opinião dos estudantes sobre o uso das transparências e o auxílio proporcionado por elas na compreensão sobre esse tema e de outros da química.

Na Figura 4 (a), é possível observar que um elevado percentual dos estudantes (85%) afirmou que as transparências ajudaram bastante na compreensão do tema trabalhado em aula. Entretanto, cerca de 15% apontaram que as imagens não ajudaram ou que auxiliaram muito pouco na compreensão dos conceitos. Assim, é levantada uma questão de que somente o uso das imagens não é suficiente para que os estudantes compreendam os conceitos químicos. É necessário

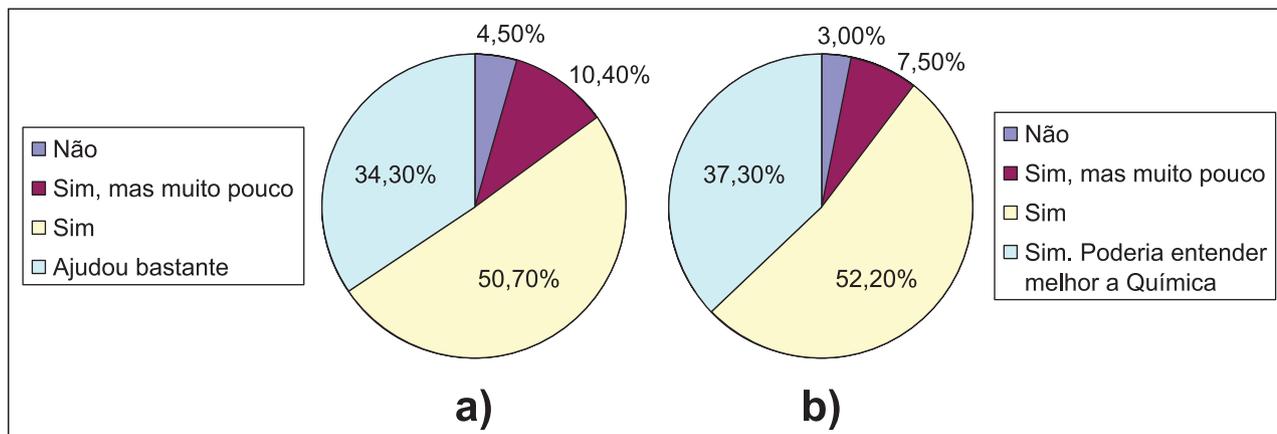


Figura 4: Opinião dos alunos, após a aula de revisão, sobre o auxílio proporcionado pelas transparências para **a)** a compreensão do tema ácidos e bases e **b)** a compreensão de outros temas da Química.

que o professor saiba empregar adequadamente as imagens e aproveite o potencial pedagógico desse recurso didático.

Na figura 4 (b), é possível observar que a maioria dos alunos (89,5%) afirmou que o uso de transparências que inter-relacionam os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico pode ajudar na compreensão de outros temas da química. Assim, segundo os estudantes, as imagens podem auxiliar a sua compreensão sobre outros conteúdos químicos. Em relação às dificuldades de compreensão do tema trabalhado na aula em que as transparências foram empregadas, cerca de 18% dos alunos afirmou que não possuíam nenhuma dificuldade. Embora eles tenham afirmado que o uso de transparências tenha auxiliado na compreensão dos conceitos químicos, uma grande parte deles (79%) afirmou que mesmo após a aula ainda tinham alguma dificuldade de compreensão. Isso novamente evidencia o fato de que o uso das imagens não garante que todas as dúvidas sejam sanadas, e reforça a necessidade da atuação do professor para discutir amplamente o tema trabalhado e tentar tirar as dúvidas dos estudantes. Portanto, as imagens correspondem a outra ferramenta pedagógica para auxiliar o professor na aula.

*[...] o uso de imagens que apresentam os diferentes níveis de representação do conhecimento químico pode auxiliar no estabelecimento de relações entre a teoria e a prática no processo de imaginar os fenômenos químicos. É importante ressaltar a importância do emprego de imagens que representam o nível submicroscópico, que evidenciam as espécies químicas que não são observáveis e, por isso, auxiliam no processo de compreensão de um fenômeno químico.*

## Considerações finais

A maioria dos estudantes afirmou que possui dificuldade para associar a teoria com a prática e, além disso, apresenta também dificuldade para imaginar os fenômenos químicos. Dessa forma, o uso de imagens que apresentam os diferentes níveis de representação do conhecimento químico pode auxiliar no estabelecimento de relações entre a teoria e a prática no processo de imaginar os fenômenos químicos. É importante ressaltar a importância do emprego de imagens que representam o nível submicroscópico, que

evidenciam as espécies químicas que não são observáveis e, por isso, auxiliam no processo de compreensão de um fenômeno químico.

Os alunos também apontaram que é preciso ter um bom professor e que saiba usar adequadamente as imagens para que ocorra uma boa compreensão de um conceito químico. Desse modo, é importante salientar a importância da formação inicial e continuada de professores, no sentido

de incentivar produção, uso e avaliação de materiais didáticos pelos licenciandos.

Por fim, em relação ao uso das imagens em aulas de química, a maior parte dos estudantes avaliou que elas auxiliaram a compreensão do tema ácidos e bases e que, por isso, também podem auxiliar na compreensão de outros temas da química. A docente envolvida no projeto avaliou que a aula adquire um aspecto mais dinâmico e que suas aulas ocorreram em um ambiente

de aprendizagem mais dinâmico, em que aspectos do conhecimento químico até então invisíveis, como o nível submicroscópico, foram apresentados e ilustrados. A professora também enfatizou que houve maior diálogo com seus alunos sobre os aspectos conceituais que tinha por objetivo ensinar.

## Agradecimentos

Os mais sinceros agradecimentos às professoras parceiras neste estudo, Maria José Gollinelli e Marli Massaropi, e principalmente aos alunos por contribuírem neste estudo.

**Gustavo Bizarria Gibin** (gustavogibin@yahoo.com.br) é licenciado, mestre e doutorando em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). São Carlos, São Paulo – BR. **Luiz Henrique Ferreira** (ferreiraufscar@gmail.com), bacharel em Química, mestre em Química (Analítica) pela USP e doutor em Química pela UNICAMP, é docente do Departamento de Química da UFSCar. São Carlos, São Paulo – BR.

## Referências

- BEN-ZVI, R.; EYLON, B. e SILBERSTEIN, J. Student's visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, v. 17, p. 117-120, 1987.
- BRASIL. Ministério de Educação. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de química*. Brasília: MEC; CNE, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2010.
- CARNEIRO, M.H.S. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSAIO DE CIÊNCIAS, 1., Águas de Lindóia, 1997. *Atas... Águas de Lindóia*, 1997. v. 1. p. 366-376.
- COSTA, C. *Educação, imagem e mídias*. São Paulo: Cortez, 2005.
- DORI, Y.J.; BARAK, M. e ADIR, N. A web based chemistry course as a means to foster freshman learning. *Journal of Chemical Education*, v. 80, n. 9, p. 1084-1092, 2003.
- GILLESPIE, R.G. Commentary: reforming the general chemistry textbook. *Journal of Chemical Education*, v. 74, n. 5, p. 484-485, 1997.
- GARCÍA, J.J.G. e PERALES, F.J. ¿Cómo usan los profesores de química las representaciones semióticas?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, 2006.
- JOHNSON-LAIRD, P.N. *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Harvard University Press, 1983.
- JOHNSTONE, A.H. The development of chemistry teaching. *University Chemistry Education*, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- \_\_\_\_\_. Chemical education research: where from here?. *University Chemistry Education*, v. 4, n. 1, p. 34-38, 2000.
- KIILL, K.B. *Caracterização de imagens em livros didáticos e suas contribuições para o processo de significação do conceito de equilíbrio químico*. 2009. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- NAKHLEH, M.B. Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers?. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 1, p. 52-55, 1993a.
- NAKHLEH, M. e MITCHELL, R.C. Concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 3, p. 190-192, 1993b.
- OBLINGER, D.G. Multimedia in the classroom. *Information Technology and Libraries*, v. 12, n. 2, p. 246-247, 1993.
- ONTORIA, A.; LUQUE, A. e GÓMEZ, L.P.R. *Aprender com mapas mentais – uma estratégia para pensar e estudar*. 3. ed. São Paulo: Madras, 2008.
- PASELK, R.J. Visualization of the abstract in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 71, n. 3, p. 225-226, 1994.
- PERALES, F.J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 1 p. 13-30, 2006.
- PERALES, F.J. e JIMÉNEZ, J.D. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.
- RUSSEL, J.W. et al. Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, v. 74, n. 3, p. 330-334, 1997.
- SEBATA, C.E. *Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular*. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- TURNER, K.E. A supplemental course to improve performance in introductory chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 67, n. 11, p. 954-957, 1990.
- VELÁZQUEZ-MARCANO, A. et al. The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education Technology*, v. 13, n. 3, p. 315-323, 2004.
- WU, H.K.; KRAJCIK, J.S. e SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.

## Para saber mais

- BELTRAN, N.O. Ideias em movimento. *Química Nova na Escola*, n. 5, p. 14-17, 1997.
- GIBIN, G.B. *Investigação sobre a construção de modelos mentais para o conceito de soluções por meio de animações*. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- PASSOS, C.L. e MELO, D.P. Os recursos audiovisuais e a teoria prática. *Tecnologia Educacional*, v. 21, n. 104, p. 8-17, 1992.
- SANTOS, F.M.T. e GRECA, I.M. Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, 2005.

**Abstract:** Students' evaluation about the use of images as auxiliary resource in teaching chemical concepts. Johnstone (1993, 2000) propose the existence of three different levels of chemical knowledge representation: macroscopic, submicroscopic and symbolic. Basically, in Chemistry formal teaching the most used level is the symbolic. Thus, it is important to use images which show the macroscopic and especially the submicroscopic level, because students often have more difficulty to understand. In this paper, it was discussed the possibility uses of images in chemical teaching. Students evaluated the use of images in the class and pointed that it assists in learning, since a "good teacher" to use them. Results confirmed the need to invest in initial formation of teachers, to use properly images as an auxiliary resource in teaching of chemical concepts.

**Keywords:** images, representation levels, chemical concepts.