

HIPERMÍDIA

no ensino de modelos atômicos

Alessandra Meleiro
Marcelo Giordan

A seção “Educação em química e multimídia” tem o objetivo de aproximar o leitor das aplicações das tecnologias comunicacionais no contexto do ensino-aprendizagem de química. Este artigo discute as imagens científicas veiculadas pela mídia, tanto no que diz respeito aos meios empregados para realizá-las como no que se refere ao pensamento científico, aproximando o professor dessas discussões por meio de um aplicativo hipermídia.

► arte e ciência, hipermídia, modelos científicos, modelos mentais ◀

Está se tornando lugar-comum nos meios de divulgação científica encontrar representações de segmentos de moléculas de DNA, de interações entre drogas medicinais e enzimas, de superfícies metálicas ‘varridas’ em nível atômico. Mesmo logomarcas de empresas estão sendo veiculadas com base em arranjo atômico ordenado a baixas temperaturas. Todas essas representações apóiam-se em imagens geradas por meio de aplicativos computacionais, que coletam dados a partir de medidas precisas (obtidas por difratômetros de raios X, espectrofotômetros ou microscópios de tunelamento) resultantes da interação entre radiação e matéria, ou a partir de cálculos, também computacionais, baseados em teorias sobre a estrutura da matéria.

Diante dessa veiculação disseminada de imagens científicas pela mídia, torna-se importante discutir a gênese dessas representações, tanto no que diz respeito aos meios empregados para realizá-las como no que se refere ao pensamento científico que as idealiza. Neste artigo, apresentamos uma proposta para aproximar o professor dessas discussões, com a utilização

de um aplicativo hipermídia desenvolvido para ‘narrar’ as representações imagéticas de modelos de estrutura da matéria. Apresentamos também alguns conceitos em que se baseia a criação da hipermídia e relatamos uma experiência de futuros professores no seu uso em laboratório.

Modelos mentais e modelos atômicos

A visualização, enquanto meio facilitador do entendimento e da representação de fenômenos, vem sendo utilizada desde o surgimento da ciência por meio de gravuras, gráficos e ilustrações, e mais recentemente foi incrementada com o uso de recursos eletrônicos e digitais, como a televisão e o computador. Porém, mesmo com os avanços tanto dos modelos científicos quanto dos meios que os representam, um fator é permanente e necessário ao processo de elaboração dos modelos: a modelagem mental.

Os modelos para apreensão de um

fenômeno são freqüentemente elaborados na mente, antes de serem transpostos para algum meio de registro. Para o físico Arthur Miller (1987), modelo mental é a intuição através de imagens formadas nos olhos da mente a partir de uma visualização prévia de processos físicos no mundo das percepções. O conceito de modelo mental já vem sendo utilizado há muito nos meios de produção do conhecimento e mais recentemente tem sido formalizado por estudiosos da área de psicologia e ensino de ciências. Oversby (1996) discutiu as características dos modelos de ligação iônica; Justi e Gilbert (1999) abordaram a cinética química em um estudo envolvendo alunos de escolas brasileiras; Borges (1999) fez um estudo da evolução de modelos mentais de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo.

As propriedades e características dos modelos atômicos têm sido representadas por imagens digitais, desde o desenvolvimento de interfaces com-

Diante da veiculação disseminada de imagens científicas pela mídia, torna-se importante discutir a gênese dessas representações no que diz respeito aos meios empregados para realizá-las e no que se refere ao pensamento científico que as idealiza

putacionais capazes de transformar uma série de informações numéricas, obtidas pelos cálculos teóricos desses modelos, em informações imagéticas, que são portanto derivadas dos modelos teóricos do átomo. Tais

analogias entre os modelos teóricos e as representações imagéticas são freqüentemente utilizadas por cientistas

para divulgar o conhecimento produzido em laboratório, ampliando a capacidade de significação que se pode conferir aos seus modelos. É perfeitamente razoável considerar que essas analogias vêm se constituindo em elementos preciosos para a elaboração de modelos mentais pelos cientistas. As analogias entre modelos teóricos e representações imagéticas passam a se configurar em novos elementos para a elaboração de relações apropriadas ao processo de modelização mental. Estamos portanto

diante de uma metamodelagem: a primeira entre modelos teóricos e imagéticos (na dimensão computacional), que influencia e é influenciada pela modelagem mental (na dimensão cognitiva).

É exatamente na perspectiva de retratar o conhecimento científico como construção apoiada em modelos que entendemos estar a inadiável contribuição dos aplicativos hipermídia para o ensino de ciências. Ao aprender a operar com modelos, estabelecendo relações cognitivas tensionadas com o fenômeno, o aluno reconhece a provisoriedade do conhecimento por ele construído e caminha em direção a uma racionalidade aberta, livre das amarras do realismo fenomenológico. Não se pode permitir portanto que a representação imagética determine a elaboração de conceitos; deve-se em lugar disso adotá-la como mais um instrumento, em cooperação com a lógica, com a retórica e outros tantos, para a tessitura dessa racionalidade emergente no aluno.

Hipermídia e o ensino de química

No atual contexto sociocultural, influenciado pelas tecnologias de informação e comunicação, o analfabeto não é só aquele que não domina a leitura, a escrita e a oralidade (analfabetismo tradicional), mas também aquele que não detém os códigos que lhe permitam dominar a leitura da imagem e a utilização de recursos informáticos. Novos meios informacionais e comu-

nacionais destinados à veiculação e construção do conhecimento estão sendo desenvolvidos, tendo como característica a capacidade de integração de diversos meios em um único.

Uma outra vantagem da construção de imagens digitais por meio da computação gráfica é a possibilidade de simulação, isto é, de transformação da tela do computador em um 'laboratório experimental'

crita, que também pode ganhar movimento. Alguns se referem a essas novos meios como multimídia, hipertexto e hipermídia.¹

O significado da palavra multimídia não é exatamente recente no ambiente educacional, embora o termo o seja. As experiências de ensino devem exigir tanto a interatividade como a pluralidade de meios, como jornal, rádio, televisão, vídeo, projetores de slides, retroprojetor e fitas K7, para serem caracterizadas como multimídia.

O termo multimídia, no entanto, assume hoje uma amplitude maior, já que integra em um único meio informações visuais e sonoras, dispensando uma grande quantidade de dispositivos, como projetor de slides e leitores de CD e de vídeo, para acioná-las. Cada um dos meios (daí o termo 'mídia') envolvidos nessa trama traz suas próprias estruturas de linguagem e, quando operados em conjunto, estabelecem novas relações de significado, cujas possibilidades ainda estão longe de ser totalmente compreendidas e exploradas.

Atualmente muito mais usuais que os sistemas multimídia, os sistemas hipermídia (junção de componentes hipertextuais e multimídia) voltados para o ensino estão sendo produzidos em larga escala e disponibilizados na Internet ou em suporte CD-

ROM. Se adotarmos a idéia de hipertexto como uma estrutura semântica na qual os textos são vinculados por meio de associações e ampliarmos a noção de texto de modo a incorporar representações imagéticas e sonoras, poderemos tratar os sistemas hipermídia como plataformas de alto valor cognitivo para a construção de significados.

Uma outra vantagem da construção de imagens digitais por meio da computação gráfica é a possibilidade de simulação, isto é, de transformação da tela do computador em um 'laboratório experimental', no qual são atualizadas as estilizações de fenômenos físicos e químicos, com o intuito de representar como a natureza se comporta sob determinadas condições. Assim, ao representarmos as moléculas em perspectiva tridimensional, por exemplo, estamos superando a limitação da representação de imagens bidimensionais, que não contemplam satisfatoriamente o tema 'estrutura da matéria', uma vez que muitas propriedades de uma substância são explicadas com base na disposição espacial dos átomos nas suas moléculas. Seria oportuno, nesse sentido, considerar a possibilidade de aplicativos hipermídia serem utilizados como ambientes de experimentação por simulação (Giordan, 1999). As potencialidades de aprendizagem são evidentes, se tivermos em vista a capacidade desses ambientes de subsidiar o processo de elaboração de modelos mentais.

Muitos estudos têm relatado que os temas relacionados à geometria molecular encontram-se entre aqueles em relação aos quais estudantes de nível secundário e universitário encontram maiores dificuldades do tipo perceptivo e epistemológico (Furió e Calatayud, 1996). Trata-se portanto de temas a

serem considerados no desenvolvimento de estratégias de ensino que façam uso de recursos computacionais, especialmente por sua capacidade de representação gráfica. Por outro

Hipermídias são novos meios informacionais e comunicacionais que articulam representações visuais animadas, representações sonoras e o próprio texto escrito, que também pode ganhar movimento

lado, parece igualmente importante aproximar o computador — instrumento presente nos laboratórios dedicados ao estudo da estrutura da matéria — das propostas de ensino, uma vez que esse instrumento tem permitido desenvolver uma racionalidade própria dessa área do conhecimento.

Uma proposta para o ensino de química

Dentre as mais recentes produções de hipermídia, o CD-ROM Representações Imagéticas dos Modelos Teóricos para a Estrutura da Matéria pretende ser uma ferramenta útil para o ensino dos modelos teóricos propostos para a estrutura da matéria. Por meio de imagens digitais, oferece um ambiente novo para a projeção do imaginário, permitindo a imersão do usuário (aluno e professor) em um espaço narrativo 'para além do real'. Elaborado a partir de um projeto interdisciplinar envolvendo as áreas de multimeios e química (Meleiro, 1998), boa parte da produção pode ser acessada no URL http://www.iar.unicamp.br/pgmultimeios/pesquisa/a_meleiro/1.htm

O CD, assim como todo sistema hipertextual, possui uma forma de navegação caracterizada por permitir acesso não-linear às informações — o usuário define sua própria seqüência de leitura

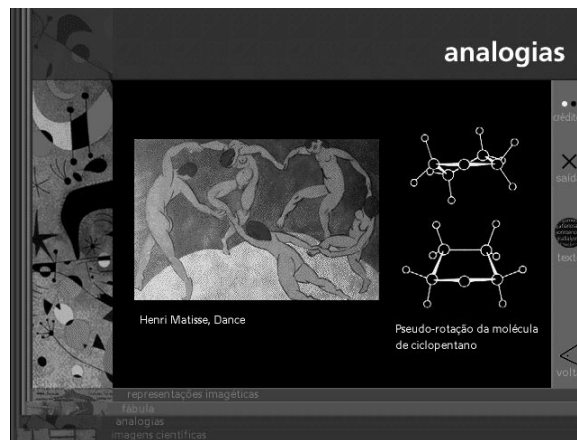
Seguindo o progresso da ciência ocidental, o CD-ROM concentra-se no estudo e na criação de imagens referentes aos modelos atômicos, bem como no estabelecimento de analogias entre imagens próprias do mundo das artes e modelos científicos propostos para a explicação do universo atômico-molecular e na pesquisa da iconografia científica contemporânea gerada por aplicativos de visualização. O CD, assim como todo sistema hipertextual, possui uma forma de navegação caracterizada por permitir acesso não-linear às informações — o usuário define sua própria seqüência de leitura, de acordo com seus critérios e desejos

e o grau de profundidade que pretende alcançar em cada informação, marcando assim uma característica de *interatividade*.

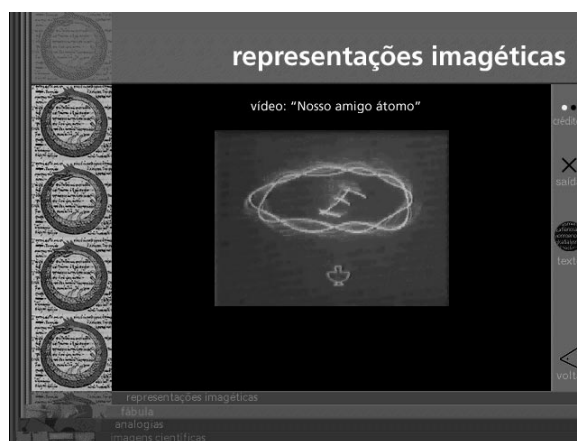
O produto hipermídia está dividido em quatro seções principais: "Representações imagéticas", "Fábulas", "Analogias" e "Representações científicas". Em "Representações imagéticas", pode-se assistir ao vídeo *Meu amigo átomo* enquanto se navega por modelos propostos por Platão, Demócrito, Dalton, Rutherford e De Broglie, entre outros. Na fábula "O pescador e o gênio", um dos contos de *As Mil e Uma Noites*, propõe-se uma aproximação entre a relação do gênio e a lâmpada e a constituição do núcleo atômico, num jogo metafórico que procura instigar relações entre alegorias e modelos teóricos. Na seção de "Analogias", aprofundam-se as metáforas entre os modelos de representação de estruturas moleculares, discutindo temas como isomeria, quiralidade, DNA e outras representações próprias das artes plásticas, da literatura e da expressão corporal.

Abrindo a seção "Representações científicas" está um tema bastante atual da química, no qual as aplicações da química teórica computacional (como alguns cientistas da área preferem chamá-la) se aproximam do cotidiano de muitas pessoas, as drogas medicinais. O vídeo de abertura apresenta de maneira bastante ilustrativa os estágios de desenvolvimento de fármacos com o auxílio de programas de modelagem molecular, mostrando diversas formas de representação de enzimas e substratos. Nessa seção, pode-se interagir ainda com modelos de simulação de reação química e de orbitais atômicas e com sistemas moleculares capazes de rodar e transladar mediante o comando do usuário por meio do mouse.

Em oficina recentemente realizada com futuros professores de química (alunos do curso de prática de ensino),



Exemplos de telas das seções "Analogias" e "Representações imagéticas" do hipermídia Representações Imagéticas dos Modelos Teóricos para a Estrutura da Matéria.



podemos aplicar testes de avaliação do CD, com o objetivo principal de observar o comportamento dos participantes ante o recurso de hipermídia desenvolvido. Um estudo mais detalhado sobre as possibilidades de utilização de hipermídia em cursos de formação de professores está em andamento.

A totalidade dos professores mostrou-se 'alfabetizada' na utilização das novas tecnologias de comunicação. Pudemos observar posturas bastante favoráveis em relação à navegação não-linear, aparecendo adjetivos como 'bastante interessante', 'fácil' e 'gostoso' para descrever a sensação de navegar em busca de informações. No depoimento dos alunos, o caráter afetivo das respostas é sinalizador de que a hipermídia possibilita a sensibilização ante o conhecimento, o que vem indicar a eficiência do *design* da interface desenvolvida.

Quanto às formas de utilização do CD em sala de aula, foram propostas

aplicações dentro de uma unidade de ensino, para ilustrar a análise de uma situação específica ou para a fixação de um conteúdo. Um consenso percebido entre as respostas de avaliação foi que a não-linearidade do sistema de interesse, por possibilitar a interligação de diversas temáticas, permite utilizações interdisciplinares, tendo sido eleitas as disciplinas: física, química, biologia, comunicação e educação artística.

Considerações finais

O diálogo instaurado entre as ciências e as novas tecnologias da informação e da comunicação está provocando verdadeiras mudanças nas produções do imaginário, como atestam as condutas científicas vigentes e as experiências de ensino em andamento. A hipermídia, quando em sinto-

nia com um projeto pedagógico que privilegie o 'aprender a aprender', nos mobiliza a uma interação mais lúdica com os fenômenos que tentamos representar.

Sabemos que os alunos são aprendizes vorazes por descobertas (assim como os primeiros navegadores) quando a mediação passa pela informática. Porém, deixá-los 'à deriva' na navegação não significa necessariamente que ocorrerá aprendizagem. A direção do rumo da embarcação passa a ser sinalizada pelo 'professor-guia', que lhes fornecerá as orientações para que possam potencializar as informações e os recursos oferecidos pelo sistema hipermídia, propiciando-lhes maior liberdade para instaurar o processo de construção do conhecimento. Dessa maneira, o educador e

a instituição educacional passam a ocupar um novo papel dentro do ensino, renunciando ao controle unilateral do fluxo de informações, o que permite fornecer os códigos para a interpretação das informações e estabelecer onde e quando se poderia acessá-las (Meleiro, 1998).

Alessandra Meleiro, licenciada em química e mestre em multimídia pela Unicamp, atua no desenvolvimento de hipermídia e vídeos. E-mail: ameleiro@intervista.com.br. **Marcelo Giordan**, bacharel em química e doutor em ciências, é professor da Faculdade de Educação da USP. E-mail: giordan@fe.usp.br

Nota

1. A conceituação desses termos ainda é objeto de discussão. Utilizaremos uma que nos parece mais adequada. Outras definições podem ser obtidas de Lemos (1998) e Tolhurst (1995).

Referências bibliográficas

- BORGES, A.T. Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, n. 1, p. 85-125, 1999.
- FURIÓ, C. e CALATAYUD, M.L. Difficulties with the geometry and polarity of molecules. Beyond misconceptions. *Journal of Chemical Education*, v. 73, p. 36-41, 1996.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola* n. 10, p. 43-49, 1999.
- JUSTI, R. e GILBERT, J. A cause of ahistorical science teaching: use of hybrid models. *Science Education* n. 88, p. 163-177, 1999.
- LEMONS, A. *Hipertexto, hipermídia e interatividade* [online]. Faculdade de Comunicação, Universidade Federal da Bahia. Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.facom.ufba.br/hipertexto/indice.html>, 1998. Arquivo capturado em 16 de setembro de 1999.
- MELEIRO, A. *Hipermídia e as representações imagéticas dos modelos teóricos para a estrutura da matéria*. Campinas: Unicamp, 1998. Dissertação de Mestrado.
- MILLER, A. *Imagery in scientific thought*. 2ª ed. Londres: MIT, 1987.
- OVERSBY, J. The ionic bond. *Edu-*

cation in Chemistry, v. 32, n. 2, p. 37-38, 1996.

TOLHURST, D. Hypertext, hypermedia, multimedia defined? *Educational Technology*, p. 21, mar./abr. 1995.

Para saber mais

- DENTIN, S. O virtual nas ciências. In: PARENTE, A., org. *Imagem Máquina - a era das tecnologias do virtual*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1996.
- HARGITTAI, I. e HARGITTAI, M. The use of artistic analogies in chemical research and education. *Leonardo*, v. 27, n. 3, p. 223-226, 1994.
- PESSIS-PASTERNAK, G. *Do caos à inteligência artificial*. 2ª ed. São Paulo: Unesp, 1993.

Páginas quentes da Web

- <http://www.iqsc.sc.usp.br/~edsonro/index.htm>: Essa página foi especialmente desenvolvida para hospedar um curso de história da química oferecido no curso de graduação do Instituto de Química da USP de São Carlos. Os alunos matriculados preparam páginas Web sobre temas da disciplina que são disponibilizadas, juntamente com farto material de apoio preparado pelos professores responsáveis.
- <http://kekule.fe.usp.br/telescola>: O Telescola é um projeto de formação

continuada para professores de educação básica, cujo objetivo é introduzir a utilização da telemática na escola e estudar as transformações decorrentes desse uso. Nessa página tem-se acesso a um tutorial especialmente projetado para servir de base para estudo dirigido, em que os professores tomam contato com os principais serviços da Internet, como correio eletrônico, listas de discussão, salas virtuais, navegação, mecanismos de busca e edição de hipertexto.

<http://ead.coltec.ufmg.br/>: O Colégio Técnico da UFMG oferece cursos de formação continuada a distância para professores de ciências e matemática. Especialmente interessante para os professores de química é o curso Atividades Experimentais de Caráter Investigativo, que procura fornecer subsídios para discussão do conceito de transformação química em disciplinas introdutórias de química.

<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>: A revista *Investigação em Ensino de Ciências* é especialmente útil para aqueles que se interessam por essa área de pesquisa. Nesse sítio, você encontrará artigos completos sobre diversos temas envolvendo as áreas de ensino de física, química e biologia.