

Que aroma é esse? - investigando as representações de modelos produzidas por alunos do Ensino Médio.

Cinara Aparecida de Moraes^{1*} (IC), Beatriz Ferreira Alcântara Verassani¹ (IC), José Gonçalves Teixeira Júnior¹ (PQ). E-mail: cinarademoraes@hotmail.com.

1. Faculdade de Ciências Integradas do Pontal – Universidade Federal de Uberlândia (FACIP-UFU).

Palavras-Chave: modelos, representações, aromas.

RESUMO: Neste trabalho foram analisadas as imagens produzidas por alunos da 3ª série do Ensino Médio para a representação do fenômeno de desprendimento de aromas de determinadas substâncias como café, cebola, banana, cravo, canela e orégano. Os modelos representados pelos estudantes foram analisados a partir de referenciais teóricos que discutem concepções alternativas e obstáculos epistemológicos. Percebe-se que os alunos apresentam dificuldades em manipular e extrapolar os modelos explicativos, além de dificuldades conceituais para a explicação de um fenômeno comum em seu cotidiano. As causas destas dificuldades podem ter diversas origens, como os processos de ensino utilizados pelos professores, a especificidade da linguagem química e o uso indevido de analogias.

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação realizada com um grupo de alunos da 3ª série do Ensino Médio a partir de modelos, suas representações de como entendem ocorre o fenômeno de desprendimento de aromas após um experimento que visava determinar diferentes substâncias utilizando apenas o olfato.

A habilidade de se trabalhar com modelos seria de extrema necessidade para o ensino-aprendizagem em Química, afinal, segundo Mortimer, Machado e Romanelli (2000), o estudo da Química é centrado em três aspectos do conhecimento: fenomenológico, teórico e representacional. De maneira sucinta, podemos dizer que o aspecto fenomenológico (ou macroscópico) estaria relacionado a tudo o que seja possível experimentar, ver e manusear – tanto fenômenos da natureza, quanto aos realizados em laboratório – a partir deste aspecto podemos descrever as propriedades dos materiais. O aspecto teórico (ou microscópico) está relacionado ao nível atômico-molecular, que necessita de explicações mais sofisticadas, modelos abstratos para átomos, moléculas, íons e elétrons. O terceiro nível – representacional – está relacionado à natureza simbólica, que compreende características inerentes à linguagem química, como as representações dos modelos, as equações e fórmulas químicas. Assim, o nível representacional resulta da tensão entre os níveis fenomenológico e teórico, “fornecendo as ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante desses processos de idas e vindas entre teoria e experimento” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 277).

É importante esclarecer que o termo “modelo” assume diferentes significados dependendo do objetivo e até do contexto utilizado. Quando se utiliza bolinhas ou mesmo um desenho, por exemplo, para representar átomos ou moléculas, trata-se de um modelo físico. Da mesma forma, na Química, podemos utilizar modelos para descrever e até prever o comportamento de alguns sistemas, representando-os através de equações químicas. Em outras situações, como por exemplo, para explicar o processo de dissolução de um determinado sal ou, no caso dessa pesquisa para

representar moléculas no estado gasoso, temos um modelo mental, que seria uma representação imaginária da situação ou do objeto.

Assim, como afirmam Souza e Cardoso (2009, p. 237), é importante perceber que

seja qual for o significado assumido para “modelo” na ciência, ele não pode ser considerado uma cópia, miniatura ou descrição fiel da realidade. Um modelo seria melhor definido como uma representação de um objeto, idéia ou processo, por meio de analogias. Ou seja, um modelo possui características físicas ou mentais que pode substituir ou ocupar o lugar de alguma coisa que ele representa em situações idealizadas. (...) A habilidade no manejo dos modelos mentalmente construídos é de extrema importância para a produção do conhecimento científico, pois são eles que permitem explicar, fazer previsões e atribuir causalidade aos eventos e fenômenos observados. (SOUZA, CARDOSO, 2009)

Assim, é comum o uso de metáforas e analogias para explicar o mundo microscópico. Segundo Bachelard (1996) é preciso um cuidado no uso destas analogias e metáforas a fim de evitar uma distorção do real, um verdadeiro obstáculo epistemológico de aprendizagem. Os obstáculos epistemológicos seriam as formulações de respostas decorrentes de uma suspeita que pode ser origem numa vivência cotidiana não problematizada, apenas aceita porque “traduz necessidades em conhecimentos”. Como essas explicações fazem parte do senso comum, desde os primeiros anos de vida, é preciso romper essas idéias, combatendo e superando as dificuldades para a formação de um “novo espírito científico” (BACHELARD, 1996).

Especificamente a respeito da função éster, que serviu como base para o início deste trabalho, algumas propostas de atividades diferenciadas tem sido apresentadas nos últimos anos, como Dias e Silva (1996), Quadros (1998), Guimarães, Oliveira e Abreu (2000) e, Costa e colaboradores (2004). E, a respeito das imagens produzidas pelos alunos e do uso de modelos e representações no ensino de Química, tem-se os trabalhos de Lopes (1994, 1995); Driver e colaboradores (1999); Gómez-Moliné e Puig (2002); Crespo, Pozo e Julián (2004); Gallegos-Cázares e Garritz-Ruiz (2004); Leite, Silveira e Dias (2006); Francisco Jr, Ferreira e Hartwig (2009) e, Souza e Cardoso (2009).

METODOLOGIA

Durante as aulas, na 3ª série do Ensino Médio, realizadas no período do Estágio Supervisionado em uma escola pública, na cidade de Ituiutaba-MG, sobre a função orgânica éster, foi apresentado um texto aos alunos sobre a Química dos perfumes (DIAS; SILVA, 1996), onde são discutidas as diferenças entre as fragrâncias naturais e artificiais, como por exemplo o benzoato de metila, que é a fragrância artificial do cravo e do ilangue-ilangue. Os ésteres de baixo peso molar (cadeia curta) são usados freqüentemente na indústria farmacêutica, cosmética e alimentar por suas fragrâncias e aromas. Neste ponto, um grupo de alunos questionou sobre a forma como um perfume chega aos nossos narizes.

Em vez de responder de uma vez a questão, resolveu-se devolver a pergunta aos alunos da sala, realizando na próxima aula uma dinâmica para identificação sensorial de diferentes aromas de substâncias, como café, cebola, banana, cravo, canela e orégano – contido em frascos totalmente opacos, com pequenas perfurações na tampa para que fosse utilizado apenas o olfato durante a. A partir dessa dinâmica,

solicitou-se aos alunos que representassem em seus cadernos o caminho e a forma como os aromas saem dos frascos até suas narinas.

A partir do resultado dessa dinâmica foi analisado e discutido um artigo *Código dos Aromas*, publicada na revista *Ciência Hoje* (MALNIC, 2004), que discute o processo de identificação de aromas por nossas células sensoriais.

As representações produzidas pelos alunos foram analisadas à luz dos referenciais teóricos que discutem o uso de modelos no ensino de Ciências e Química: Lopes (1994, 1995), Bachelard (1996), Beltran (1997), Driver e colaboradores (1999), Meleiro e Giordan (1999), Leite, Silveira e Dias (2006), Gallegos-Cázares e Garritz-Ruiz (2004), e, Francisco Jr, Ferreira e Hartwig (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar as explicações sobre os ésteres foi feito um experimento envolvendo todos os alunos da sala, utilizando-se balas de diferentes sabores. Foi solicitado aos alunos que provassem as balas fechando suas narinas e seus olhos, com o objetivo de experimentarem apenas o sabor, sem sentir o cheiro da bala e nem associar a cor com o sabor. Em seguida perguntou-se aos alunos se eles seriam capazes de identificar o sabor da bala. Com isso, os alunos perceberam que cada uma delas tinham um gosto doce, mas na ausência do olfato, eles não conseguiriam identificar de qual sabor era a bala.

Em seguida, explicou-se que os principais responsáveis pelos aromas e sabores das balas eram substâncias pertencentes à função orgânica éster. Os ésteres são compostos derivados dos ácidos carboxílicos, a partir de reações com álcoois, na presença de catalisador ácido. Ésteres simples, de baixa massa molar, tendem a apresentar odor agradável, geralmente associados com propriedades organolépticas, como o sabor e o aroma de flores e frutas. São exemplos de ésteres responsáveis pelo odor característico de algumas frutas: etanoato de etila – odor de maçã, etanoato de propila – odor de pêra, etanoato de octila – odor de laranja, etanoato de benzila – odor de pêssego, etanoato de 3-metilbutila – odor de banana, butanoato de etila – odor de abacaxi. Explicou-se também sobre alguns ésteres que são utilizados na preparação de extratos artificiais que imitam o odor e o gosto de frutas, por isso são usados na fabricação de xaropes, doces, pastilhas, refrescos, etc.

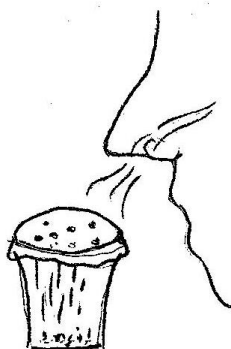


Figura 1: Representação feita por oitenta alunos

Após a realização da atividade experimental para identificação através do olfato de algumas substâncias, foi solicitado aos alunos que representassem através de um desenho (modelo) como imaginavam que seria o processo de liberação do odor desde sua saída do copo contendo a substância a ser identificada até sua chegada às

narinas. Os alunos representaram de diferentes formas esse processo, a maioria através de desenhos. Alguns, porém apenas escreveram os nomes das substâncias identificadas. Foram analisadas um total de 107 ilustrações, cuja análise foi feita agrupando-as em categorias criadas a partir de suas afinidades e semelhanças.

A maioria dos alunos (80) representaram o cheiro como se fosse uma fumaça saindo do copo e atingindo o nariz, como mostrado na figura 1. Essa representação é bastante comum sempre que encontramos alguma representação de um composto no estado gasoso, como por exemplo na tirinha de Maurício de Souza, publicada no jornal Estado de São Paulo:

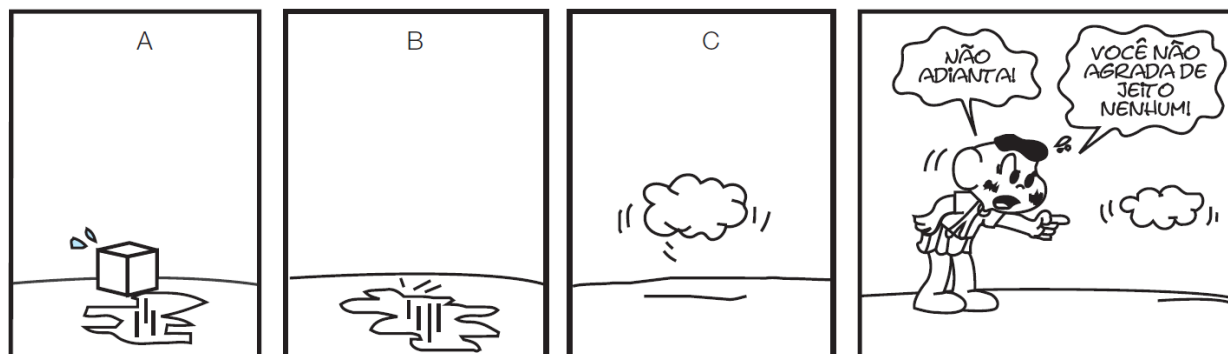


Figura 2: Tirinha de Maurício de Souza, *Turma da Mônica*, O Estado de São Paulo (Fonte: USBERCO, SALVADOR, 2002, p.40)

Talvez a idéia de representar gases através da imagem de fumaça tenha surgido na antiguidade, como exemplifica Bachelard (1996), citando o caso de Réamur que considerava o ar como se fosse algodão ou lã. A utilização excessiva de imagens, segundo Bachelard (1996), prejudica a razão, impedindo a visão abstrata e nítida de problemas reais, quando seu lado concreto é apresentado sem prudência. Por isso, Leite, Silveira e Dias (2006, p. 73) afirmam que a relação entre o observável no mundo macroscópico, empírico, visual deve levar o estudante a construir um pensamento científico no nível da abstração mais próximo do estabelecido pelo meio científico. Da mesma forma, Lopes (1994) afirma que é necessário um rompimento com o senso comum, para a construção do conhecimento científico através de um “processo de aplicação da razão à técnica”. Afinal, segundo essa autora, a representação desse fenômeno, da mesma forma que o processo de dissolução de açúcar em água, não é um processo tão simples, que se conclui com um “mero olhar pousado sobre os fatos, sem que haja uma teoria subsidiando” o que foi observado (LOPES, 1994, p. 340).

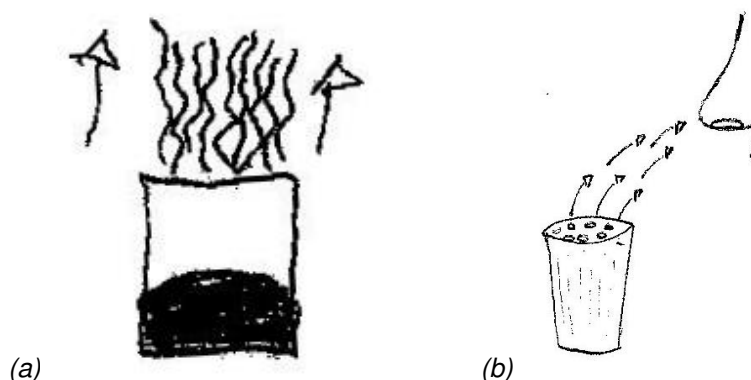


Figura 3: Representações feitas por grupos de alunos indicando o sentido dos aromas

Da mesma forma, alguns alunos utilizaram a idéia de fumaça para representar o processo. Porém, estes estudantes indicaram através de setas o caminho desta “fumaça”, como pode ser visualizado na figura 3. É interessante perceber que, para este grupo, é importante evidenciar que a fumaça sai do alimento. Alguns alunos representaram inclusive a chegada do aroma ao nariz daquele que realiza o experimento.

Na ilustração 3(a), observa-se que os alunos representaram a saída dos gases como se fossem vapores, o que é contrário ao observado. Já na representação 3(b), é possível notar que os vapores seriam orientados no sentido do nariz dos participantes da prática, o que seria contrário ao que foi percebido no experimento, pois as moléculas responsáveis pelo odor se espalham no ar em todas as direções.

Outros cinco alunos representaram o item que lhes foram pedidos associando o cheiro com o sistema olfativo e nervoso. No esquema, percebe-se uma preocupação em relacionar o sentido do olfato ao que foi observado no experimento, onde os estudantes afirmam que a “substância que cheira” sai do copo em direção à cavidade nasal e é identificada pelo “nervo olfativo” do cérebro.



Figura 4: Representação feita por cinco alunos

Lopes afirma que “a observação é passiva” e, por isso, é necessário para se fazer ciência, observar, fixar o olhar sobre coisas e fatos ao redor. Porém, a autora critica que não se discute, em momento algum, a necessidade do conhecimento de uma teoria antes que se possa observar cientificamente: “Um químico não olha para uma substância com os mesmos olhos de um leigo”, pois seu olhar é direcionado, instruído pelos modelos explicados pela Ciência. (LOPES, 1994, p. 340).

Da mesma forma, Francisco Jr, Ferreira e Hartwig (2009, p. 82) afirmam que:

dado que a Ciência não trabalha com verdades absolutas, as explicações científicas enquadram-se no campo dos modelos. Em outras palavras, a Ciência cria modelos para representar e explicar o mundo. O modelo sempre será uma representação de algo. Sendo assim, aprender Ciências requer trabalhar com modelos, e trabalhar com modelos requer a capacidade de abstração, isto é, de formar imagens mentais sobre os fenômenos, bem como a consciência de que um modelo é a representação mais próxima, naquele momento, de um evento real.

E o quarto grupo de alunos representou as moléculas responsáveis pelo odor característico de cada substância em forma de bolinhas saindo do copo:

Como podemos observar na figura 5, os estudantes imaginaram que de dentro dos copinhos saem bolinhas, as quais quando em contato com o nosso nariz, conseguimos identificar os cheiros. De acordo com Beltran (1997, p. 14),

Muitas vezes a compreensão desses modelos exige de nossos alunos abstrações muito difíceis, principalmente para iniciantes do ensino médio. Porém, cada vez que um aluno consegue compreender como o modelo explica o fenômeno, e perceber as limitações de um determinado modelo, ele estará dando passos seguros em direção à aquisição de uma autonomia de raciocínio altamente desejável no estudante em geral e no de química em particular.

Já na figura 6(b), podemos observar que, um dos alunos imaginou bolinhas saindo do copo juntamente com fumaça. Nas palavras de Bachelard (1996, p.45) “uma vez entregue ao reino das imagens contraditórias, a fantasia reúne com facilidade tudo o que há de espantoso, fazendo convergir às possibilidades mais inesperadas.”

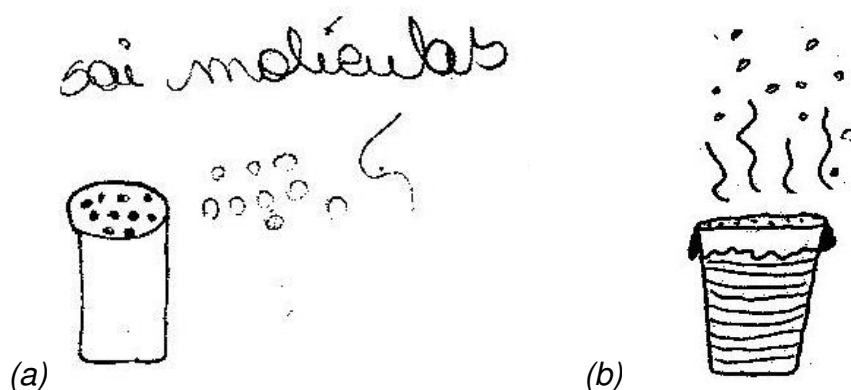


Figura 5: utilização de “bolinhas” para representar as moléculas responsáveis pelo odor característico

O modelo utilizado por esse grupo de alunos também é facilmente encontrado em revistas de divulgação científica, como no exemplo mostrado na figura 6.



Figura 6: Imagem que ilustra reportagem “Os mistérios do cheiro”
(Fonte: GUIMARÃES, 2009, p.17)

Estes modelos são considerados mentais pois são representações analógicas geradas pelos estudantes durante a fase cognitiva, e que tem a característica especial de preservar a estrutura dos fenômenos que se supõe representar. Os modelos mentais são representações dinâmicas e generalistas que podem ser manipuladas mentalmente para prover explicações a respeito dos fenômenos físico ou para fazer previsões acerca do estado dos materiais. Os modelos mentais são representações idiossincráticas, funcionais ainda que incompletas, que atuam como análogos estruturais a fenômenos situados no mundo externo (GALLEGOS-CÁZARES; GARRITZ-RUIZ, 2004, p. 235).

Considerando que tal capacidade de abstração não é uma habilidade fácil de ser adquirida e demanda certo tempo para desenvolver-se, Francisco Jr, Ferreira e Hartwig (2009, p. 82) afirmam que seria importante que os estudantes tivessem contato com estratégias de ensino que pudessem auxiliar melhor no processo de abstração, despertando, ao mesmo tempo, o “espírito autocrítico para as representações construídas mentalmente em relação aos conceitos e fenômenos”.

Para compreender como os modelos foram e são elaborados, Beltran (1997, p. 14), afirma que seria essencial aos alunos uma vivência de situações que criassem oportunidades de observação de fenômenos e, subsequente elaboração de explicações. Assim, os alunos poderiam perceber a abrangência e todas as limitações do modelo proposto. Segundo este autor, não seria o caso de reconstruir todo o conhecimento químico, mas criar novas situações de vivências exigindo que os discentes proponham novas explicações a partir da correlação com os fenômenos observados.

Poucos alunos (seis, ao total) não fizeram os desenhos que representasse o que lhes foi pedido, deixando assim em branco, sem ao menos tentar esboçar algo que imaginavam, talvez pelo fato de no momento não possuir em mente nenhuma representação, que ele julgasse ser o modelo correto de representar.

Segundo Lopes (1995, p. 8) é mais importante que, quando apresentados e discutidos uma multiplicidade de fenômenos, o aluno consiga compreendê-lo, reconhecendo, descrevendo e explicando com base em modelos científicos, ao invés de se prender a classificações mecânicas.

Em relação aos outros desenhos, pode-se considerar que o da figura 3(b), foi representado como sendo o mais próximo do que seria uma representação mais correta, uma vez que o desenho mostra algo que não seja representado por bolinhas, fumaças saindo do copo. Segundo Francisco Jr, Ferreira e Hartwig (2009, p. 82) falam da importância das representações (modelos concretos, simulações, dentre outros) e das imagens no ensino de Ciências e na aprendizagem de um modo geral: Uma vez que estas podem fomentar a capacidade dos estudantes de engendram suas próprias representações ou modelos mentais.

A seguir, os três primeiros parágrafos do artigo de Malnic (2004) são transcritos para facilitar o entendimento.

Quando entramos em uma padaria, logo sentimos o cheiro de pão. Como isso acontece? Para que possamos sentir o cheiro de qualquer coisa, é necessário que moléculas provenientes dessa coisa cheguem ao nosso nariz. Tudo o que cheiramos, portanto, são moléculas voláteis, liberadas seja do pão, de uma flor, de uma cebola ou de uma fruta. Essas moléculas – chamadas de odorantes – flutuam pelo ar e entram em nosso nariz.

Um pedaço de metal como o aço, por exemplo, não tem cheiro, porque nada evapora a partir dele – o aço é um sólido não volátil. Quando você cheira flores e frutas, você está na realidade cheirando ésteres, que são pequenas moléculas orgânicas. O éster que confere à banana o seu cheiro característico, por exemplo, é o isoamil acetato, cuja fórmula química é $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$; o éster que caracteriza o cheiro de laranja é o octil acetato ($\text{CH}_3\text{COOC}_8\text{H}_{17}$).

Nosso sistema olfativo funciona, portanto, como um dispositivo sensorial que nos permite determinar a composição química de um objeto-alvo, protegendo-nos de eventuais perigos. O cheiro de fumaça é o primeiro sinal que indica a presença de um incêndio. Um ovo pode exalar um cheiro de enxofre que, quando detectado por nosso nariz, resulta em um claro sinal: “não coma!”.

Como explicado no texto de Malnic, os aromas que provêm dos alimentos são substâncias voláteis que se desprendem e estimulam os sentidos do olfato. Após a

leitura do artigo, algumas considerações foram feitas aos alunos, como por exemplo, que nem todos os ésteres são *pequenas* moléculas orgânicas e que não são as *moléculas voláteis*, como afirma a autora.

O desafio do professor é ajudar seus alunos a se apropriarem dos modelos, reconhecendo seus limites de aplicabilidade e a usá-los dentro desses limites (DRIVER *et al*, 1999, p. 34). Mais importante do que classificar mecanicamente uma série de fenômenos, é o estudante compreender a multiplicidade de processos com os quais um químico trabalha, sendo capaz de reconhecê-los, descrevê-los e explicá-los, com base em modelos científicos. Segundo Meleiro e Giordan (1999, p.17), 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa, verificou-se que muitos alunos da 3ª série do Ensino Médio apresentam inúmeras dificuldades em relacionar a observação de um determinado fenômeno e sua representação através de modelos. Vários alunos apresentaram concepções errôneas ao representarem, por exemplo, as moléculas da substância responsável pelo odor característico no estado gasoso na forma de fumaça. Pode-se, neste caso, creditar a algumas imagens encontradas em livros didáticos e revistas de divulgação científica que utilizam ilustrações muito parecidas com as usadas pelos estudantes.

Paralelo a isso, houve um grande interesse por parte dos alunos durante as atividades experimentais propostas na seqüência didática descrita neste trabalho. Como a atividade aqui descrita foi realizada durante o período de estágio, pode-se perceber que atividades diferenciadas não eram comuns na escola. Além disso, a própria dinâmica de se discutir a liberação de odores por substâncias sólidas partiu da idéia dos estudantes, o que possibilita uma maior participação dos estudantes e um sentimento de reconhecimento. Os alunos demonstraram interesses não só pelas atividades experimentais, mas também de todas as atividades programadas de forma diferenciada do que estavam acostumados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução de E. S. Abreu, Rio de Janeiro/BRA: Contraponto, 316p. 1996.
- BELTRAN, N. O. Idéias e Movimento. *Revista Química Nova na Escola*, n.5, maio 1997, p. 15-17.
- COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Confirmando a esterificação de Fischer por meio de aromas. *Química Nova na Escola*, 19, 2004, p. 36-38.
- CRESPO, M. A. G.; POZO, J. I.; JULIÁN, M. S. G. Enseñando a comprender La naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15 (3), 2004, p. 198-209.
- DIAS, S. M.; SILVA, R. R. Perfumes: uma Química Inesquecível. *Química Nova na Escola*, 4, 1996, p. 3-6.

- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J. MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, 1999, p. 31-40.
- FRANCISCO JUNIOR, W.E; FERREIRA, L. H; HARTWIG, D. R. Um Modelo para o Estudo do Fenômeno de Deposição Metálica e Conceitos Afins. *Química Nova na Escola*, 31 (2), 2009, p. 82-87.
- GALLEGOS-CÁZARES, L.; GARRITZ-RUIZ, A. Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de Química. *Educación Química*, 15 (3), 2004, p. 234-242.
- GÓMEZ-MOLINÉ, M. R.; PUIG, N. S. El aporte de los obstáculos epistemológicos. *Educación Química*, 13 (1), 2002, p. 61-68.
- GUIMARAES, P. I. C., OLIVEIRA, R. E. C., ABREU, R. G. Extraíndo óleos essenciais de plantas. *Química Nova na Escola*, 11, 2000, p. 45-46.
- GUIMARAES, M. Os mistérios do cheiro. *Pesquisa FAPESP*, 155, 2009, p. 16-21.
- LEITE, V. M.; SILVEIRA, H. E.; DIAS, S. S. Obstáculos Epistemológicos em Livros Didáticos: Um estudo das Imagens de átomos. *Candombá*, 2 (2), 2006, p. 72-79.
- LOPES, A. R. C. Reações Químicas fenômeno, transformação e representação. *Química Nova na Escola*, 2, 1995, p. 7-9.
- LOPES, A. R. C. A Concepção de Fenômenos no Ensino de Química Brasileiro através dos Livros Didáticos. *Química Nova*, 17 (4), 1994, p. 338-341.
- MALNIC, B. O código dos aromas, *Ciência Hoje*, 211 (36), 2004, p. 14-15.
- MELEIRO, A; GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. *Revista Química Nova na Escola*, n. 10, novembro 1999, p. 17-20.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, 23 (2), 2000, p. 273-283.
- QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 7, 1998, p. 7-10.
- SOUZA, K. A. F. D., 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*, 32 (1), 2009, p. 237-243.