

# A COMPOSIÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

## COMPOSITION IN CHEMISTRY TEACHING

José Luis P. B. Silva<sup>1</sup>

Edilson F. Moradillo<sup>2</sup>, Maria Bernadete M. Cunha<sup>3</sup>, Renata R. Dotto<sup>4</sup>, Patrícia V Dourado<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, joseluis@ufba.br

<sup>2</sup>Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, edilson@ufba.br

<sup>3</sup>Secretaria de Educação do Estado da Bahia / Unime, berna.dete@uol.com.br

<sup>4</sup>Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, renatarosadotto@hotmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, patttdourado@yahoo.com.br

### Resumo

Esta comunicação tem como objetivo contribuir para o debate acerca dos conteúdos de química para a Educação Básica, adotando como critério para sua seleção e organização o vínculo com o núcleo conceitual do conhecimento químico. Desse ponto de vista, a história da química e a filosofia da química emergem como elementos de fundamentação da escolha de conteúdos do conhecimento escolar de química. A partir da constatação histórica de que as atividades específicas da química referem-se à composição e à transformação dos materiais, realizamos uma análise histórico-epistemológica da noção de composição química, revelando seu caráter estruturador do pensamento químico. Em consequência, a composição química e os conceitos que lhe são diretamente subordinados são indicados como tópicos necessários do conhecimento escolar de química.

**Palavras-chave:** composição química, idéia estruturadora do pensamento químico, química para a Educação Básica

### Abstract

The aim of this communication is to contribute to the issue about chemical contents for Basic Education, adopting as criterion for its selection and organization the tie with the chemical knowledge conceptual nucleus. From this point of view, history of chemistry and philosophy of chemistry emerge as foundation elements of chemistry school knowledge content choice. From historic verification that specific chemistry activities concern material composition and transformation, a historic-epistemological analysis of chemical composition concept was performed, reveling its structuring character of chemical thought. As a result, chemical composition and the concepts which are directly subsumed by it are designated as necessary contents of chemistry school knowledge.

**Keywords:** chemical composition, chemical thought structuring idea, chemistry for Basic Education

## INTRODUÇÃO

A idéia de que, na sociedade atual, o exercício da cidadania requer o domínio de conhecimentos científicos (Brasil, 2006) levanta a questão dos conteúdos mínimos necessários para uma formação coerente com tal finalidade. Os conceitos científicos constituem apenas uma parte desses conteúdos (Santos; Schnetzler, 1997; Fourez, 2005), porém imprescindível, já que não se pode ensinar procedimentos e atitudes científicas ou relativas às ciências sem referência aos seus núcleos conceituais.

A tradição do ensino de ciências no Brasil — e a diretriz oficial — é tratar as ciências disciplinarmente no Ensino Médio, embora boa parte dos materiais didáticos para o Ensino Fundamental já introduzam a química e a física, especificamente, na oitava série. As propostas de química para o Ensino Médio, materializadas nos livros didáticos, são numerosas e, embora apresentem algumas diferenças de abordagem possuem a característica comum — como se fosse um consenso (Maldaner, 2000) — de abarcar uma grande quantidade de informações químicas. De modo geral, as orientações pedagógicas expostas no Livro do Professor, não discutem a seleção e organização dos conteúdos conceituais. Um aspecto notável dos livros didáticos de química são os conjuntos de exercícios propostos aos estudantes, retirados das provas de exames vestibulares às universidades, que nos leva a inferir, juntamente com Maldaner (2000), que os conteúdos não são escolhidos por razões educacionais ou, mesmo, científicas, mas por se constituírem num suposto passaporte para o Ensino Superior. São os exames vestibulares intervindo na transposição didática da química (Chevallard, 1998).

Recentemente, a Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química promoveu um Workshop intitulado *Educação Básica em Química no Brasil: Ampliando Propostas em Ação*, onde foram discutidos vários projetos desenvolvidos na articulação da pesquisa com a formação inicial e continuada de professores (Zanon; Maldaner, 2007). Também aí, faz falta a discussão explícita e detalhada dos critérios de seleção e organização dos conteúdos conceituais da química. Algumas poucas propostas apresentam-na, porém, ainda de modo sucinto.

Entendemos que o conhecimento escolar tem no conhecimento científico uma forte referência, ao lado de outros aspectos da didática das ciências, como: a inserção social das ciências, os conhecimentos dos estudantes, etc. (Johsua; Dupin, 2005; Carvalho; Gil-Pérez, 1993). Por isso, um dos critérios — embora não seja o único — de validação dos conteúdos conceituais do conhecimento científico escolar é o vínculo com o núcleo conceitual da ciência de referência. Em decorrência desse pressuposto, consideramos que a escolha dos conceitos químicos para compor o conhecimento escolar de química pode ser fundamentada na história da química e na epistemologia química.

Por outro lado, entendemos, juntamente com outros autores (p.ex.: Maldaner, 2000; Lima; Barboza, 2005; Machado; Mortimer, 2007) que a alfabetização científica em química requer, entre outras coisas, o entendimento do pensamento químico, melhor dizendo, os cidadãos precisam entender como um químico pensa, o que não se confunde com transformar os estudantes em pequenos químicos. Nesse sentido, o conhecimento de estruturas conceituais básicas da química torna-se fundamental.

Esta comunicação tem como objetivo contribuir para o debate acerca da seleção e organização dos conteúdos conceituais da química para a Educação Básica. Partindo de uma análise histórico-epistemológica da química, discutiremos a noção de *composição química* como conceito estruturador dessa disciplina e, portanto, do seu ensino.

## A MATÉRIA E A QUÍMICA

Na literatura química ou sobre química, didática ou não, é relativamente comum, atribuir-se à matéria o papel de objeto da química. Brock (2000: xxii), por exemplo, considera que a química é “melhor definida como a ciência que trata das propriedades e reações de diferentes tipos de matéria”; Chrispino (1994: 7) advoga que “a química é uma ciência que estuda a transformação da matéria, a energia consumida ou produzida nessa transformação, bem como a estrutura da matéria”; Usberco e Salvador (2000: 12) definem química como “um ramo da Ciência voltado para o estudo da matéria, seja de origem animal, vegetal ou mineral; estuda a composição da matéria, suas transformações e a energia envolvida nesses processos”.

Pode-se especular que noções desse tipo tenham contribuído para a tradição de iniciar-se o estudo da química no Ensino Médio por uma definição de matéria, na célebre formulação *matéria é tudo que possui massa e ocupa espaço* (Covre, 2000; Feltre, 2001; Fonseca, 1993; Peruzzo; Canto, 2002; Sardella, 1998; Silva; Nóbrega; Silva, 2001; Usberco; Salvador, 2000). A constatação da impropriedade de tal definição é imediata: as características da matéria não podem ser reduzidas a apenas duas, visto serem muito numerosas, senão inumeráveis (Silva et al, 2006).

Por outro lado, se aceitarmos a definição de química dada acima, essa definição químico-escolar de matéria faz supor que um químico tem como objetivo principal determinar a massa e o volume da matéria, o que é totalmente falso. Como advogaremos adiante, um químico visa analisar e sintetizar materiais e, para isso a determinação da massa e do volume de uma amostra de material é apenas um meio para atingir os fins.

O mundo não se reduz à matéria, porém, não há dúvida de que vivemos num mundo material. O ser humano constituiu-se como tal em interação com a natureza, transformando-a e transformando-se pelo trabalho (Engels, 1985) e, nesse processo, a matéria tornou-se uma categoria básica para as pessoas pensarem e agirem no mundo (Arjpsév, 1973).

O significado do termo matéria é muito amplo, embora não seja impreciso, já que todos sabem reconhecer algo material num dado contexto. Matéria designa aquilo que Bunge ([197-]) denominou conceito primitivo, uma idéia que inicia uma corrente de pensamento e da qual derivam outras. Tal idéia é necessariamente indefinida porque não há um conceito anterior em termos do qual possa ser definida. O ser humano, em sua curiosidade e necessidade criou áreas inteiras de conhecimento relacionadas ao estudo da matéria.

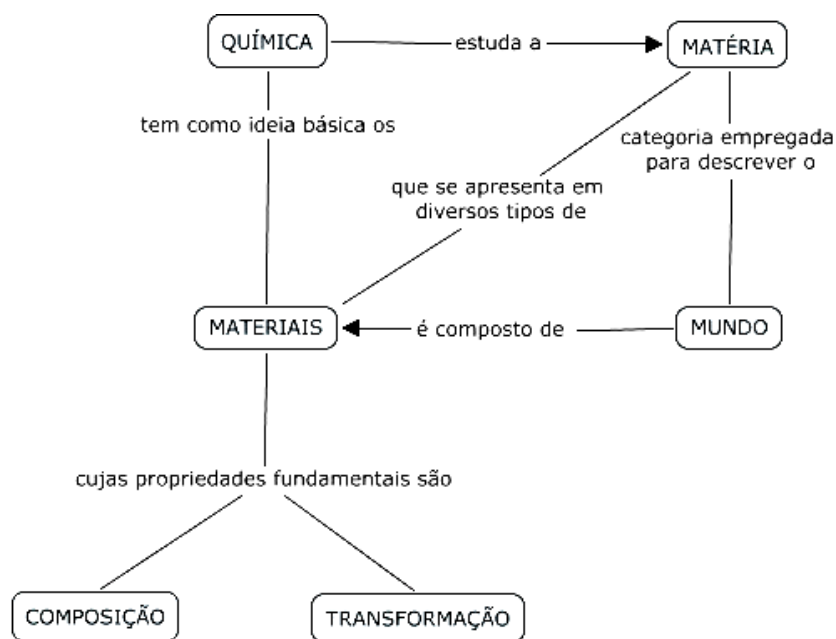
Aceitando que a matéria seja, também, objeto de estudo da química, sugerimos que o estudo dessa disciplina pode ser orientado pelo conhecimento do seu modo específico de estudá-la. Começamos por constatar a diversidade do mundo material: há muitos tipos de matéria ou, simplesmente, materiais. Um químico lida com materiais, este é o termo presente no jargão da área. Dizer que a química é uma das ciências da matéria significa dizer que o químico, esse “grande artífice da matéria” (Mortimer; Machado, 2002: 1), interessa-se pelos materiais. Matéria

é, para um químico, um termo comum, sem caráter técnico-científico, a denominação genérica para todos os materiais, como também o é para as demais pessoas.

Schummer (1998) lembra que o estudo dos materiais requer a abstração das características extra-químicas de um dado objeto:

(...) considere uma moeda. Em uma certa sociedade econômica, ela possui um valor de troca fixo, que qualifica aquele objeto empírico como sendo essencialmente uma moeda. O valor de troca é uma propriedade funcional interessante que nem é uma propriedade material nem depende, basicamente, do material da moeda. Se a moeda é antiga, nosso foco pode estar, preferivelmente, sobre o passado desse pequeno objeto; e podemos maravilhar-nos acerca de sua longa história desde um império antigo até nossas mãos. Um exame mais próximo pode revelar sinais interessantes em ambos os lados da moeda, escritos em uma língua estrangeira, ou o retrato de um imperador, ou um emblema que gostaríamos de interpretar. Se você é um numismata, poderá colecionar moedas de acordo com certos temas e poderá ter certas preferências estéticas por um ou outro assunto e suas representações artísticas específicas. Contudo, se você está interessado no material da moeda, então deverá abstrair, i. e. ignorar, todas essas propriedades econômicas, históricas, semióticas, estéticas, etc. dos objetos empíricos.

De fato, é um dado histórico que os químicos interessam-se por caracterizar os materiais de que as coisas são feitas e em descobrir modos para obtê-los, seja extraíndo-os da natureza ou reproduzindo-os em condições artificiais de laboratório e de processo industrial. Em suma: a química tem na composição e na transformação dos materiais seus fundamentos conceituais (Besaude-Vincent; Stengers, 1996; Brock, 2000). Tais idéias podem ser apresentadas de modo compacto no mapa conceitual da Figura 1.



**Figura 1 - Mapa conceitual A Matéria e a Química.**

A seguir discutiremos a idéia de composição química e sua estrutura conceitual. A noção de transformação química, bem como sua estrutura conceitual, serão exploradas em outro trabalho.

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS MATERIAIS

A idéia de que o mundo material é composto por um conjunto reduzido de elementos é muito antiga, data de milênios antes de nossa era (Arjpsév, 1973). Tal noção atravessou os tempos e veio desembocar na química associada a técnicas laboratoriais de decomposição, identificação e transformação de materiais desenvolvidas inicialmente por artesãos e, depois, pelos alquimistas.

A concepção moderna de composição química surgiu em fins do século XVIII, com a noção operacional de pureza e simplicidade material introduzida por Lavoisier (1965): um material é considerado elementar — um elemento químico, uma substância simples — se não pode ser decomposto por meios químicos. Já desde antes se empregava a reprodutibilidade de valores de propriedades sob condições idênticas como critério de homogeneidade material. Scheele, por exemplo, costumava testar a reprodutibilidade de propriedades tais como forma cristalina, o ponto de ebulição e a solubilidade (Brock, 2000). A adoção do critério operacional de pureza resultou em que a determinação da composição de um material fosse tratada como uma questão de ordem experimental.

Amostras de materiais podem ser classificadas como substâncias (materiais puros) e misturas (materiais impuros). As misturas podem ser decompostas em substâncias por diversos procedimentos, desde os métodos clássicos, herdados dos precursores — destilação, dissolução, cristalização, sublimação, fusão, extração, etc. — até as sofisticadas técnicas cromatográficas e eletroquímicas atuais. Paralelamente, desenvolveram-se os métodos de identificação.

Um material é considerado puro quando passa nos testes de pureza, ou seja, quando é submetido a tentativas de purificação que não produzem resultados reconhecíveis. Logo, a pureza de um material fica determinada pelos limites dos meios de detecção dos resultados das operações de purificação. A extrapolação desse critério operacional de pureza ao plano ideal conduz ao conceito de substância como um material que passa por processos de purificação que separam todos os componentes da mistura original, sem deixar quaisquer resquícios. Dito em outras palavras: o modelo de substância refere-se a um material que passa por testes de purificação ideais cujos efeitos podem ser idealmente detectados (Schummer, 1998). Portanto, substâncias podem ser entendidas como um tipo de modelo químico dos materiais.

Coube a Dalton interpretar teoricamente a pureza material introduzindo a noção de átomos homogeneamente idênticos como os constituintes microscópicos das substâncias simples. Apesar da controvérsia que se desenvolveu em torno do atomismo, ao longo de todo o século XIX (Oki, 2006; Thuiller, 1994), os conceitos de átomo, molécula e íon consolidaram-se na química. As noções de elemento e substância (simples e composta) foram re-significadas de modo a incorporar a dimensão microscópica dos materiais. A partir do século XX, fazer química significa trabalhar com a noção de composição, tanto no plano empírico, macroscópico, quanto no plano microscópico.

Microscopicamente, entende-se que substâncias e misturas são compostas por átomos dos elementos químicos. A composição química dos materiais é, então, expressa em termos dos elementos químicos. O conceito de elemento remete a uma longa história (Oki, 2002) e estabeleceu o nível mais elementar da química como o nível dos átomos. O termo elemento químico refere-se a uma espécie de átomo caracterizado por um número atômico específico (Tunes et al., 1989; McNaught; Wilkindo, 1997). A elucidação da estrutura atômica que se seguiu à classificação dos elementos químicos, no final do século XIX e início do século XX, incorporou partículas mais simples às explicações químicas: o elétron, o próton, o nêutron. Contudo, o termo elemento químico manteve o átomo como referência.

Os átomos podem organizar-se em partículas maiores, as moléculas, ou em redes de grandes proporções, de modo regular (cristal) ou irregular (agregado amorfo) onde, muitas vezes, perdem a neutralidade e formam íons.

Apesar do triunfo do atomismo na química, no período de 1900 a 1950, a “forma canônica de caracterização de uma substância” (Schummer, 2002) consistia em seis tipos de informação: 1. descrição detalhada de sua preparação, purificação e rendimento; 2. análise elementar e fórmula empírica; 3. cor e forma cristalina; 4. ponto de fusão ou ebulição; 5. solubilidade em vários solventes; 6. reações tipicamente exemplares. Ainda hoje os manuais de dados químicos (p. ex. Lide, 1997) empregam os itens 2 a 6 citados acima como caracterização das substâncias.

Somente com o desenvolvimento dos métodos espectroscópicos a caracterização dos materiais passou da identificação das substâncias componentes da mistura para a identificação das espécies químicas presentes na amostra, ou seja: a caracterização dos materiais mudou do nível macroscópico para o microscópico. Tal fato ampliou o conceito de composição. No plano microscópico os materiais são compostos por muitas partículas que variam de complexidade conforme as interações possíveis. Esse método traz consigo o problema de identificar-se uma espécie química, em dada mistura, que não pode ser isolada por métodos de purificação e, por isso, não corresponde a uma substância (Schummer, 2002; Earley, 1998).

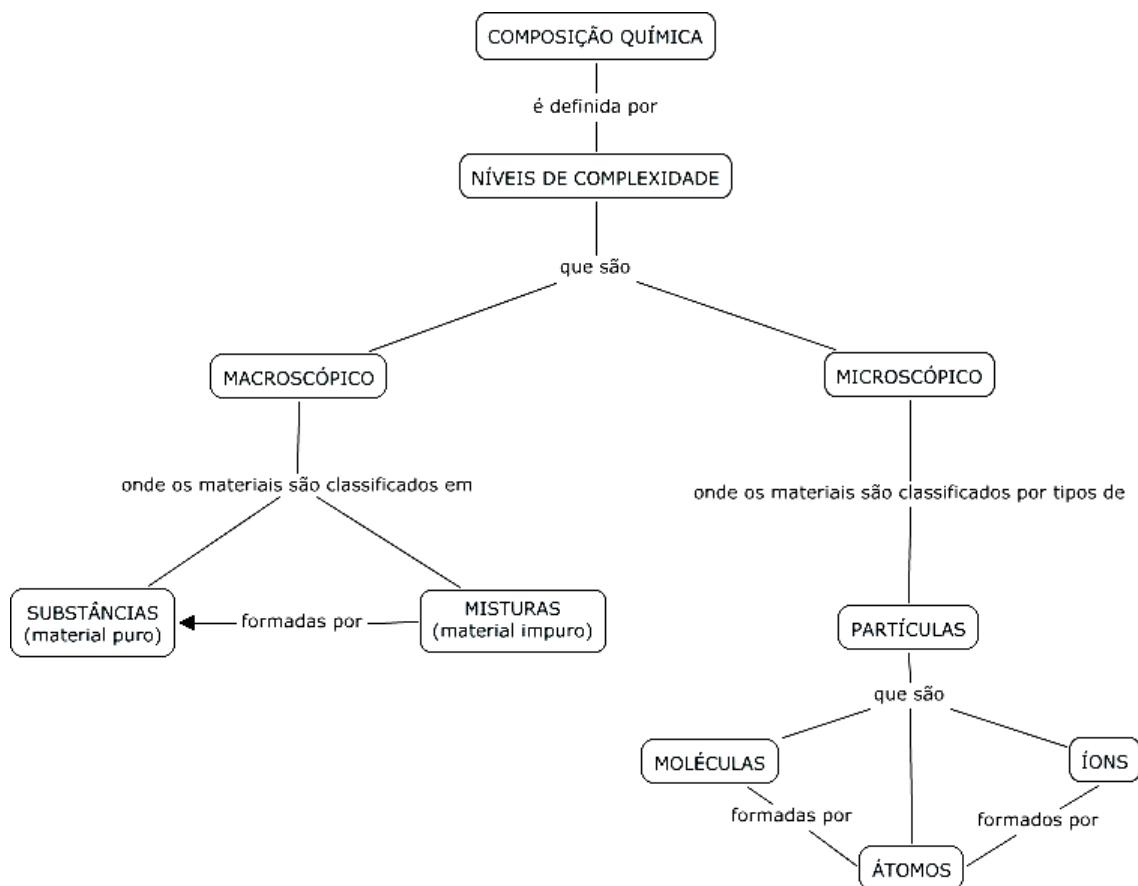
O mapa conceitual da Figura 2, abaixo, apresenta a noção de composição, brevemente descrita acima, de modo condensado.

## **IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Entre os educadores em ciências é cada vez mais nítida a convicção de que a alfabetização científica das pessoas, ao lado da alfabetização em língua materna e matemática, constitui-se como meio de aumentar sua criticidade. Concordando com Chassot (2000: 34), diríamos ser “desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo”. Nesse sentido, a química deve ser ensinada “dentro de uma concepção que destaque o papel social da mesma, através de uma contextualização social, política, filosófica, histórica, econômica e (também) religiosa” (Chassot, 1995: 155).

As pessoas elaboram diferentes visões de mundo a partir de suas vivências e, nesse processo, aprendem e desenvolvem conceitos. De acordo com Vigotski (2001) a sistematização do conhecimento conduz ao desenvolvimento intelectual e à crítica dos conceitos espontâneos. A

transformação da sociedade requer a crítica (e a auto-crítica) das idéias do senso comum adquiridas e elaboradas na prática do dia-a-dia. Sem um pensamento por conceitos sistematizados torna-se difícil a ação transformadora. Ora, o conhecimento científico é sistematizado por natureza e tal característica faz do conhecimento científico escolar um meio de desenvolver o pensamento.



**Figura 2 - Mapa conceitual de composição química.**

A química — como conhecimento sistematizado acerca dos materiais — possibilita a compreensão de parte do mundo material e o conceito de composição química é, como mostra a história da química, um dos eixos de sistematização do pensamento químico. No desenvolvimento da noção de composição química surgiram conceitos tais como substância e mistura, átomos, moléculas e íons, a noção de níveis de complexidade, entre outros de menor generalidade. A composição, seguindo a designação de Lima e Barboza (2005), é uma *idéia estruturadora* do pensamento químico.

Ora, o ensino de química visa a alfabetização científica e, com isso, que os estudantes entendam como um químico pensa. Para tanto, a compreensão do sistema conceitual relativo à composição é essencial. Sem tais conceitos torna-se impossível compreender a abordagem química aos materiais.

Ademais, o entendimento da estrutura conceitual da composição química introduz o estudante numa ontologia própria e irreduzível do conhecimento químico (Lombardi; Labarca, 2005). A organização de conceitos a partir da noção de composição possibilita aglutinar um conjunto de entes materiais que constituem parte de qualquer explicação química (Martins; Ogborn; Kress, 1999).

Conforme assinalamos anteriormente, poucas propostas de ensino de química para a Educação Básica expõem seus critérios de seleção e organização dos conteúdos conceituais e serão brevemente comentadas a seguir.

Lima e Barboza (2005) propõem como idéias estruturadoras do pensamento químico a constituição e organização, a transformação e as propriedades dos materiais, empregando-as como parte da formulação dos conteúdos de uma proposta para o Ensino Fundamental (Lima; Silva, 2007; Apec, 2003). Essas mesmas idéias estruturadoras são empregadas por Machado e Mortimer (2007) como critério de seleção e organização de conteúdos químicos para a Educação Básica.

No detalhamento das propostas (Apec, 2003a; Apec, 2003b; Mortimer; Machado; Romanelli, 2000; Mortimer; Machado, 2002) a constituição encontra-se fortemente associada aos modelos microscópicos: modelos cinético-corpúsculares para gases, líquidos e sólidos, para substâncias e misturas, modelos atômicos, modelos de ligações químicas. A menor ênfase dada aos conceitos de mistura e substância química é um ponto questionável, porque é na análise deste par de conceitos que se pode discutir melhor a idéia de pureza (e impureza) material, importante na compreensão do mundo moderno. Além disso, a discussão dos conceitos de substância e mistura possibilita ampliar a noção de modelo químico para o plano macroscópico.

Um ponto em que divergimos desses autores é o entendimento acerca da propriedade material como idéia estruturadora do pensamento químico. Argumentamos que propriedade material não pode ter tal estatuto porque não é uma noção especificamente química (Schummer, 1999). A noção de propriedade — como característica própria de algo ou alguém — está imbricada em toda e qualquer descrição de um sistema material, seja ela científica — química, física, geológica, etc. — ou não. Ademais, composição (ou constituição) e transformação são, elas mesmas, propriedades dos materiais, o que implicaria em considerar propriedade como sendo uma idéia mais abrangente na química do que a análise que expusemos revela.

Com isso não queremos diminuir a importância das propriedades materiais para a química. Reconhecemos que o valor social da química está na produção de materiais destinados aos mais variados usos: são as características dos materiais que propiciam sua inserção social. As propriedades materiais fazem da química uma atividade social importante.

Contudo, um químico entende que as propriedades de um material são função de sua composição. Um químico purifica, mistura e transforma materiais para acentuar propriedades desejáveis para determinado uso. É através da mudança de composição da matéria prima — seja por agregação ou retirada de componentes, seja por transformação — que se estabelecem as propriedades de um material específico. Portanto, as propriedades de um material derivam, conceitualmente, da sua composição química.



Por outro lado, um sistema conceitual organizado a partir da idéia de propriedade material e que não incluísse a composição e a transformação químicas, consistiria num conjunto de conceitos que poderia interessar apenas parcialmente a um químico: massa, volume, temperatura, tempo, por exemplo, seriam propriedades consideradas importantes, entre outras. Entretanto, se essas propriedades são necessárias para fazer química, não são suficientes, de modo que, tal sistema conceitual seria muito pouco representativo do pensamento químico. Em suma: o conceito de propriedade material atravessa a química, porém, apesar da sua importância, não é uma idéia estruturadora do pensamento químico.

Uma outra proposta de química para o Ensino Médio que discute a organização dos conceitos químicos é a do Gepec (Marcondes; Peixoto, 2007; Gepec, 1993), que adota interação e transformação como “idéias mais gerais, amplas e inclusivas” dos quais derivam as interações e transformações que interessam à química. Nessa proposta, a noção de composição não é estruturadora. A composição é entendida como possuindo um grau de generalidade menor e encontra-se subordinada à de transformação química; conceitos tais como substâncias, misturas, átomos moléculas e íons — que do nosso ponto de vista deveriam estar relacionados de modo próximo — encontram-se dispersos, vinculados a aspectos específicos das reações químicas.

Uma terceira proposta de sistema conceitual químico foi apresentada numa série de quatro artigos, como parte de um projeto de pesquisa para produção de material didático (Tolentino et al., 1986; Silva et al., 1986; Rocha-Filho et al., 1988; Tunes et al., 1988). Embora tenha sido publicada há algum tempo, seu conteúdo é atual em relação ao ensino de química, território em que as mudanças são lentas.

As idéias químicas norteadoras da organização dos conceitos nessa proposta são: a natureza da matéria e as formas de apresentação da matéria. O conceito de composição, em termos gerais, encontra-se implícito na discussão, já que substância, mistura, molécula, átomo e íon são contemplados.

## CONCLUSÃO

Nesta comunicação, buscamos contribuir para o debate sobre a seleção e organização dos conteúdos conceituais do conhecimento escolar de química, a partir de sua referência científica: o conhecimento químico, sua história e epistemologia. A partir da constatação histórica de que as atividades específicas da química referem-se à composição e à transformação dos materiais, realizamos uma análise histórico-epistemológica da noção de composição química, revelando seu caráter estruturador do pensamento químico, subordinando conceitos mais específicos, tanto no plano macroscópico — mistura e substância — quanto no plano microscópico — átomo, molécula, íon.

Tal resultado aponta a estrutura conceitual da composição química como conteúdo necessário do conhecimento escolar de química para a Educação Básica, ao lado da estrutura conceitual da transformação química.

Nossos resultados divergem, parcialmente, de outras propostas de ensino de química para a Educação Básica que consideram o conceito de propriedade material como estruturador do pensamento químico. Em nosso entender, as propriedades dos materiais são consideradas como

função de uma propriedade mais básica, a composição química, que seria a idéia estruturadora do pensamento químico.

## REFERÊNCIAS

- APEC. *Construindo Consciências*. São Paulo: Scipione, 2003a.
- APEC. *Construindo Consciências: assessoria pedagógica*. São Paulo: Scipione, 2003b.
- ARJIPSEV, F. T. *A Matéria como Categoria Filosófica*. Lisboa: Estampa, 1973.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; STENGERS, Isabelle. *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BROCK, William H. *The Chemical Tree: a history of chemistry*. New York: W. W. Norton, 2000.
- BUNGE, M. *Filosofia da Física*. Lisboa: Ed. 70, [197-].
- CHASSOT, Attico. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.
- CHASSOT, Attico. *Para Que(m) é Útil o Ensino?* Canoas, RS: Ed. da Ulbra, 1995.
- CHEVALLARD, Yves. *La Transposicion Didáctica*. Buenos Aires: Aique, 1998.
- CHRISPINO, Alvaro. *O que é Química*. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- COVRE, G. J. *Química: o homem e a natureza*. São Paulo: FTD, 2000.
- EARLEY, Joseph E. Modes of chemical becoming. *Hyle*, v.4, n.12, p.105-115, 1998. Available form <<http://www.hyle.org/>>. Cited: 21 mai. 2007.
- ENGELS, Friedrich. *A Dialética da Natureza*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1985.
- FELTRE, R. *Fundamentos da Química*. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2001.
- FONSECA, M. R. M. *Química Integral*. São Paulo: FTD, 1993.
- FOUREZ, Gerard. *Alfabetización Científica y Tecnológica*. Buenos Aires: Colihue, 2005.
- GEPEC. *Interações e Transformações*. Química para o 2º grau: guia do professor. São Paulo: Edusp, 1993.
- JOHSUA, Samuel; DUPIN, Jean-Jacques. *Introducción a la Didáctica de las Ciencias y la Matemática*. Buenos Aires: Colihue, 2005).
- LAVOISIER, Antoine. *Elements of Chemistry*. New York: Dover, 1965.
- LIDE, D. R. (Org.) *CRC Handbook of Chemistry and Physics: a ready-reference book of chemical and physical data*. 78th ed. Boca Raton: CRC Press, 1997.
- LIMA, Maria Emília C. C.; BARBOZA, Luciana C. Idéias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. *Química Nova na Escola*, n.21, p.39-43, 2005.
- LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; SILVA, Nilma Soares da. A química no ensino fundamental: uma proposta de ação. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloisio (Org.). *Fundamentos e Propostas de Ensino de química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p.89-107.
- LOMBARDI, Olímpia; LABARCA, Martin. The ontological autonomy of the chemical word. *Foundations of Chemistry*, v.7, n.2, p.125-148, 2005.
- MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e fazer cotidiano. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloisio (Org.). *Fundamentos e Propostas de Ensino de química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p.21-41.
- MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; PEIXOTO, Hebe Ribeiro da Cruz. Interações e Transformações - Química para o Ensino Médio: uma contribuição para a melhoria do ensino. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloisio (Org.). *Fundamentos e Propostas de Ensino de química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p.43-65.

MARTINS, Isabel; OGBORN, Jon; KRESS, Gunther. Explicando uma explicação. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v.1, n.1, p.1-14, 1999.

McNAUGHT, A.D.; WILKINDO, A. (Org.) *Compendium of Chemical Terminology - IUPAC recommendations*. 2nd. ed. London: Blackwell Science, 1997. Available from <<http://www.iupac.org/publications/compendium/index.html>>. Cited: 20 mar. 2006.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. *Química para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2002.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais; fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v.23, n.2, p.273-283, 2000.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. *Química Nova na Escola*, n.16, p.21-25, 2002.

OKI, Maria Conceição Marinho. A história da química possibilitando o conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos: um estudo de caso numa disciplina do curso de química da UFBA. 2006. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

PERUZZO, T. M., CANTO, E. L. *Química: na Abordagem do Cotidiano*. 2. ed. São Paulo : Moderna, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco; *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

SARDELLA, A. *Curso de Química*. 24. ed. São Paulo: Ática, 1998.

SCHUMMER, J. The Chemical Core of Chemistry. In: *Hyle*, v.4, n.2, p.129-162, 1998. Available from <<http://www.hyle.org/>>. Cited: 13 mar. 2006.

SCHUMMER, Joachim. The impact of instrumentation on chemical species identity from chemical substances to molecular species. In: MORRIS, Peter J. T. (Ed.). *From Classical to Modern Chemistry*. London: The Royal Society of Chemistry, 2002. p.188-211. Available from <<http://joachimschummer.net/publications/>>. Cited: 20 mai. 2007.

SILVA, E. R.; NÓBREGA, O. S.; SILVA, R. H. *Química: Conceitos Básicos*. São Paulo: Ática, 2001.

SILVA, José Luis P. B. et al. Acerca da conceituação da química escolar da matéria. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 13., 2006, Campinas. *Anais...* Campinas: Unicamp, 2006. 1 CD.

THUILLER, Pierre. *De Arquimedes a Einstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1994. p.173-187.

TUNES, E. et al. Ensino de conceitos em química. IV. Sobre a estrutura elementar da matéria. *Química Nova*, v.12, n.2, p.199-202, 1989.

USBERCO, J., SALVADOR, E. *Química*. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

VIGOTSKI, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloisio (Org.). *Fundamentos e Propostas de Ensino de química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.