

Acerca da conceituação química escolar da matéria.

José Luis P. B. Silva¹ (PQ)*, Edilson Fortuna de Moradillo¹ (PQ), Maria Bernadete de Melo Cunha² (PQ), Lucas Wilson Santos Almeida¹ (IC). joseluis@ufba.br

1. Instituto de Química da UFBA - 40.170-290 - Salvador BA; 2. Faculdade de Educação da UFBA e Colégio Estadual Luiz Vianna - Salvador BA..

Palavras Chave: matéria; conceitos básicos da química; ensino de química.

Introdução

Tradicionalmente, o ensino da química se inicia pela discussão do conceito de matéria, vinculado às idéias de material, substância, mistura e propriedades. Esse primeiro conjunto de noções deverá se constituir como uma base sobre a qual os estudantes construirão novos conhecimentos e, portanto, a clareza, estabilidade e organização desses significados serão determinantes das novas aprendizagens¹. Entretanto, vários livros didáticos de química para o ensino médio deixam a desejar tanto em amplitude quanto em profundidade dos significados desses conceitos, comprometendo a clareza dos textos e, por isso, dificultando a aprendizagem dos estudantes.

O propósito deste trabalho é discutir um possível conceito químico escolar de matéria, visando facilitar sua melhor compreensão.

Partimos da constatação que²

Não há conceito simples. Todo conceito tem componentes e se define por eles. Tem portanto uma cifra. É uma multiplicidade, embora nem toda multiplicidade seja conceitual. Não há conceito de um só componente: mesmo o primeiro conceito, aquele pelo qual uma filosofia “começa”, possui vários componentes, já que não é evidente que a filosofia deva ter um começo e que, se ela determina um, deve acrescentar-lhe um ponto de vista ou razão. (...) Todo conceito é ao menos duplo, triplo, etc. Também não há conceito que tenha todos os componentes, já que seria um puro e simples caos: mesmo os pretensos universais, como conceitos últimos, devem sair do caos circunscrevendo um universo que os explica (...). Todo conceito tem um contorno irregular, definido pela cifra de seus componentes. É por isso que, de Platão a Bergson, encontramos a idéia de que o conceito é questão de articulação, corte e superposição. É um todo, porque totaliza seus componentes, mas um todo fragmentário. É apenas sob essa condição que pode sair do caos mental, que não cessa de espreitá-lo, de aderir a ele para reabsorvê-lo.

Entendemos que tais considerações são válidas para as idéias criadas em outras áreas do conhecimento e, não somente em filosofia. Conceitos são sempre objetos históricos complexos e o conceito de matéria não é exceção.

As discussões acerca da natureza da matéria são antigas e permearam a história do homem ao longo dos séculos³, até os dias atuais. Não são questões fáceis e possuem várias respostas, de acordo com a época e o modo com que foram e são abordadas.

Resultados e Discussão

A COMPLEXIDADE CONCEITUAL DA MATÉRIA

Os documentos mais antigos que tratam da natureza da matéria datam de milhares de anos. As variadas escolas de pensamento que se sucederam nas regiões da Índia e da China ao longo do primeiro milênio a.n.e. trataram de questões acerca da percepção do mundo e de suas mudanças, dos elementos constituintes das coisas materiais, da existência de átomos e de sua natureza³.

Na antiguidade grega, tais temas também foram objeto de elaboração. Uma linha de pensamento concebia a matéria formada por um ou vários elementos, substâncias imutáveis constituintes de tudo que existe, os princípios atemporais. Noutra direção, os atomistas gregos descreviam o mundo como proveniente do caos, em constante vir a ser: os entrecioques dos átomos, em permanente movimento aleatório, produziram a ordem da natureza espontaneamente³.

Outros pensadores gregos discordaram destas interpretações, a exemplo de Aristóteles, para quem o material primário é indestrutível, eterno, inerte, imóvel e indeterminado em qualidade e quantidade (a matéria não tem estrutura nem propriedades); é preciso a forma para que as coisas apareçam, a forma é o princípio ativo. Aristóteles toma os quatro elementos de Empédocles — terra, água, ar e fogo — e dinamiza-os, admitindo a transformação e penetração entre eles: a transformação das coisas constitui-se numa atualização, a forma material é destruída e outra forma material aparece, enquanto a essência material se mantém³.

Entre os alquimistas de todos os tempos a matéria foi concebida como transformável, passível de purificação, algo modificável por combinação dos princípios materiais. O longo período alquímico e sua diversidade regional/cultural propiciaram o surgimento de correntes de pensamento com finalidades diversas: filosóficas, práticas e religiosas. Uma dessas correntes pensava que a modificabilidade material espelhava uma propriedade do espírito, que a matéria era um meio de atingir o ser mítico contido em cada ser humano⁴. Os alquimistas desenvolveram técnicas de manipulação da matéria tais como: destilação, sublimação, cristalização, aquecimento controlado (banho-maria) com e sem refluxo, que ainda são empregadas no laboratório químico contemporâneo.

Nos séculos XVI e XVII vamos encontrar novas idéias a respeito da matéria. Descartes, admitia a dicotomia entre substância material e substância espiritual, sendo a última autônoma e independente da primeira. Para ele a materialidade do mundo se configura na única propriedade geral, redutível matematicamente, que é a extensão³.

Boyle adota uma posição cética quanto à existência dos elementos materiais como corpos primitivos, simples, perfeitamente puros, a partir dos quais todas as misturas são constituídas e nos quais podem ser resolvidas. Adepto de uma concepção de matéria “católica e universal” e de um atomismo mecanicista, propõe “texturas diferentes” formadas por átomos sem qualidades como as responsáveis pelas diferenças entre os materiais⁵.

Durante o século XVIII aprofundou-se o conceito de reatividade da matéria através das discussões sobre as afinidades dos materiais, formulou-se uma nova classificação das substâncias e o conceito de elemento químico foi revisto por Lavoisier, que lhe atribuiu um caráter operacional, como o “último termo ao qual chega a análise”⁵.

A quantificação da composição através das leis das proporções definidas e múltiplas formou a base para John Dalton retomar, em outro contexto sócio-histórico, a interpretação atômica da matéria. A controvérsia sobre a existência dos átomos perpassou todo o século XIX, ao mesmo tempo que o comportamento químico das substâncias foram cada vez mais explicado empregando-se o modelo atômico. Emergiu o conceito de molécula e as primeiras idéias acerca da ligação química, introduziu-se o conceito de estrutura molecular e sua associação com a identidade de uma substância química.

Enfim, a manipulação da matéria é uma prática que remonta à pré-história, ao aprendizado do uso do fogo, passando pelo desenvolvimento da cerâmica, da metalurgia, do vestuário e da tinturaria, da medicina, da alquimia, constituindo-se numa longa tradição da qual a química é parcialmente herdeira. A passagem da atividade artesanal à teorização e experimentação química contemporânea constitui-se em uma rica

história de construção de sucessivas identidades: de saber disperso a ciência emergente, transformando-se em conhecimento acadêmico, intervindo nas relações sócio-econômicas como base para a produção de bens materiais, até a área multidisciplinar que se configura nos dias correntes⁵.

Ao longo da história, as idéias acerca da matéria sofreram profundas mudanças. Os componentes do conceito de matéria — em que pese a conservação de termos como material, propriedade, substância, mistura, átomo, etc. — tiveram seus significados substancialmente modificados à medida que as ciências naturais separaram-se de outras tradições, a exemplo da filosofia e da religião, e formou-se uma interpretação especificamente química dos fenômenos materiais. Mas o entendimento da matéria não se esgota na química. O fato é que, independentemente do sistema conceitual — atual ou antigo — a história mostra que o conceito de matéria sempre foi complexo e problemático.

MATÉRIA COMO CONCEITO PRIMITIVO

De acordo com Mario Bunge⁶ a apresentação clara de uma teoria científica deveria começar por uma lista de seus conceitos primitivos, aqueles pelos quais uma ciência começa, donde deriva o corpo conceitual da teoria. Nesse sentido, um conceito primitivo não pode ser tomado como absoluto, porque só é primitivo da ciência que ajuda a fundar, da cadeia de pensamentos que inicia.

Os conceitos primitivos são indefinidos, ao passo que os conceitos derivados são definidos em termos dos conceitos primitivos ou conceitos derivados de caráter mais geral. A classificação dos conceitos como definidos e indefinidos pode ser justificada considerando-se que qualquer definição deve ser enunciada em termos de alguns conceitos que, por sua vez, serão definidos em termos de outros conceitos e assim por diante, até que se encontrem os conceitos primitivos, que não serão definidos por nenhum outro, logo, serão indefinidos. Indefinição não deve ser compreendida como sinônimo de obscuridade: os significados de um conceito primitivo tornam-se claros no âmbito dos contextos onde é requerido, pela articulação dos componentes do conceito.

A matéria é um conceito primitivo da química porque é o ponto de partida para a ação e o pensamento do químico. Em verdade, essa ação nunca se dá sobre a matéria, no sentido geral do termo, mas sempre sobre algum tipo específico de matéria. Contudo, os resultados da química podem ser generalizados em conceitos que referem-se à matéria como um todo.

A matéria não é estática, encontra-se em permanente movimento e interação, o que se traduz, contemporaneamente, como energia, cujo conceito também é primitivo, indefinido. Matéria e energia são

indissociáveis. A composição e a reatividade dos materiais (ver adiante) refletem essa relação.

UMA CRÍTICA DO CONCEITO QUÍMICO ESCOLAR DA MATÉRIA

A matéria nos é familiar: a partir da nossa vivência, sentimos, percebemos e reconhecemos as coisas materiais. Sabemos que a matéria possui muitas características que lhe são próprias — suas propriedades — tais como quantidade, composição, forma, textura, brilho, localização espacial, temperatura, etc., através das quais a identificamos e descrevemos. Em vista da nossa experiência cotidiana, é espantosa a redução que os livros didáticos de química para o ensino médio produzem no conceito de matéria, limitando suas propriedades à massa e ao volume na formulação “matéria é tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço”⁷⁻¹³.

Esta definição de matéria constitui-se num grande equívoco didático, porque a matéria é estudada por um grande número de abordagens que lhe atribuem muito mais propriedades que a massa e o volume.

Em resposta à crítica elaborada acima, poderíamos pensar em definir matéria através da relação de todas as suas propriedades. Entretanto, tal definição, além de entediante, dada a numerosidade da lista, estaria sob a permanente dúvida de encontrar-se desatualizada, devido ao fato das investigações em curso poderem atribuir novas propriedades aos materiais, que deveriam ser incorporados à relação original. Portanto, tal definição não se constitui como uma alternativa prática adequada.

Um ponto a favor da definição didática de matéria como “tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço”, é a sua simplicidade. É possível argumentar que, como nem todas as propriedades de qualquer material estão determinadas, uma definição em termos de todos os atributos da matéria, como sugerido no parágrafo anterior, implicaria em confeccionar uma lista das propriedades determinadas para cada material, resultando em uma grande diversidade de definições, o que seria impraticável. Assim, uma definição simples, em termos de propriedades facilmente mensuráveis e comuns a todos os materiais — massa e volume — teria a suposta vantagem de ser facilmente compreendida pelos estudantes.

Se, do ponto de vista psicológico, pode haver alguma vantagem na redução do conceito de matéria, a definição simplificadora fica a desejar, epistemologicamente, por não reconhecer a complexidade da matéria. A matéria é objeto de estudo das ciências — química, geografia, economia, biologia, física, etc. — das filosofias, das religiões, das artes, das engenharias. Sendo um objeto complexo, a matéria não se deixa apreender facilmente por uma definição.

Matéria é um conceito primitivo, assim como vida, arte, energia, ser humano, entre vários mais. Não há

como definir matéria, univocamente, pois pode ser-lhe atribuída uma quantidade inesgotável de propriedades, relacionando-a a uma infinidade de outros conceitos. No interior de cada área de conhecimento viabiliza-se o conceito de matéria realizando-se o recorte necessário para delimitar os componentes do conceito relevantes para o problema que se propõe enfrentar.

É desse modo que podemos elaborar um conceito indefinido de matéria adequado ao ensino da química. Adotar um conceito químico de matéria requer, necessariamente, proceder uma redução ao que é específico da química no estudo da matéria.

UM CONCEITO QUÍMICO DE MATÉRIA

Materiais e propriedades dos materiais

Partimos do pressuposto de que a quantidade total de matéria, embora finita, é enorme e encontra-se espalhada por todo o universo. Não temos acesso à matéria como um todo, mas sim, a fragmentos. Constatamos a pluralidade de tipos em que a matéria se apresenta e a que denominamos materiais. Em nossa vivência, lidamos com os materiais sob as mais variadas formas: fios metálicos, troncos de árvores, vasilhas plásticas, tecidos, etc. Assim, o termo matéria possui caráter geral e seu significado refere-se a todos os tipos específicos de matéria ou materiais.

Alguns livros didáticos de química para o ensino médio ensinam que a matéria apresenta-se como corpos e objetos^{7,9,11,13}. A palavra corpo possui múltiplos significados, nenhum sendo específico da química. Em sua origem latina, corpo (*corpus*, *corporis*) opõe-se a alma (*anima*), de modo que o termo “passou a designar também, qualquer objeto material, substância, matéria (...)”¹⁴. Nesse sentido, tanto será adequado utilizar o termo corpo quanto divisão, subdivisão, repartição, fragmento, fração, parte, pedaço, porção, ou outro sinônimo para indicar que não podemos interagir com a matéria em seu total. De fato, é isso que importa: lidamos com fragmentos de matéria.

Objeto, por outro lado, é um termo que também possui significados variados. Do ponto de vista material, um objeto tanto pode ser uma coisa qualquer¹⁴ quanto um utensílio, algo com função social determinada. Nesse segundo sentido, o objeto é fruto da interação homem/natureza, um mediador entre homem e mundo¹⁵.

Através dos objetos podemos discutir os usos sociais da matéria, algo de fundamental importância na sociedade, cujo significado se aguça na atual era de consumo. Contudo, tais usos não são uma especificidade da química. Portanto, concluímos que a classificação dos modos de apresentação da matéria em corpos e objetos não explica o que há de propriamente químico na matéria, nem facilita o ensino daquilo que é essencialmente químico.

De fato, o enfoque químico é apenas um entre outros possíveis para os entes materiais. Schummer¹⁶ nos convida a iniciar a compreensão do que seja o aspecto químico da matéria compreendendo aquilo que não o é:

(...) 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 sua longa história de 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.

A química ocupa-se daquilo de que a moeda é composta, do material da moeda. Os objetos materiais, em suas funções sociais, são estudados em outras disciplinas. Aos químicos interessa caracterizar e descobrir como reproduzir em condições artificiais — em laboratório e em escala industrial — os materiais de que as coisas são feitas.

Entretanto, a distinção entre um objeto e a matéria de que é feito é didaticamente importante porque, na ausência de tal diferenciação, os estudantes transferem as propriedades dos objetos macroscópicos para as partículas materiais microscópicas¹⁷ desenvolvendo um pensamento substancialista que encontra apoio em livros didáticos de química^{18,19}.

Uma propriedade material de interesse da química é a quantidade. Todos os materiais possuem quantidade e dela decorrem as noções de massa (medida na balança) e volume tão empregadas na prática do dia-a-dia. Talvez por isso os livros didáticos valorizem a definição simplista de matéria como “tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço”. Porém, como sabemos, os conceitos químicos não se resumem aos conceitos cotidianos, ao contrário: são criados no âmbito de modelos abstratos, como significados restritos aos contextos onde foram elaborados²⁰. Assim também se deu com o conceito

de quantidade de matéria²¹ definida como uma grandeza macroscópica relacionada ao número de entidades microscópicas elementares contidas em um corpo material. Seu valor é expresso na unidade denominada mol, que corresponde a $6,02 \cdot 10^{23}$ entidades elementares materiais e refere-se ao modelo corpuscular da matéria.

Na elaboração de um conceito químico de matéria o primeiro passo é admitir que todos os materiais são quantificáveis. De fato, os químicos trabalham com amostras de materiais, fragmentos característicos do material como um todo. As amostras podem ter quantidades diferentes, que as caracterizam, porém, não caracterizam os materiais das amostras. Por isso, a quantidade da amostra não pode ser considerada como uma característica adequada para distinguir materiais. Propriedades dos materiais que dependem da quantidade são denominadas propriedades extensivas e prestam-se à caracterização de amostras, mas, não se prestam à caracterização dos materiais das amostras.

Os materiais são identificados por propriedades intensivas, quais sejam, aquelas que não dependem da quantidade da amostra, porém, das condições em que são determinadas. A caracterização química de um dado material é feita através de sua composição, em termos das quantidades relativas (proporções) de suas partes componentes (ver próxima seção). É possível que várias amostras apresentem composições idênticas, de modo que, empregam-se outras propriedades intensivas como auxiliares para a identificação dos materiais.

Deve-se ressaltar que o valor de uma única propriedade intensiva é insuficiente para caracterizar um dado material, como também é insuficiente para distinguir um material de outro, porque pode haver coincidência dos valores de uma mesma propriedade para diferentes materiais. Por exemplo²², materiais tão diferentes como óxido de berílio, oxalato de cobalto (II), brometo de samário (II), ácido selênico e nitrato de estrôncio possuem o mesmo valor de densidade, qual seja: $3,0\text{g/cm}^3$. Por isso, uma vez que se tenha determinado a composição de um dado material, faz-se necessária a comparação de um conjunto de informações para diferenciá-lo de outros que possuam mesma composição, sendo comumente usadas as seguintes: densidade, temperaturas de transição de fase (fusão, ebulição e sublimação) e coeficientes de solubilidade em diversos solventes²². Um modo atual e mais adequado de caracterizar materiais é através dos seus espectros, registros gráficos de interações de um dado material com radiação eletromagnética de diversas faixas (infravermelho, visível, ultravioleta, microondas, raios-X, etc.).

Neste altura da discussão devemos notar que, a distinção entre propriedades gerais e específicas da matéria, realizada por livros didáticos de química para o ensino médio (Covre, 2000; Feltre, 2001; Fonseca, 1993; Mortimer e Machado, 2002; Peruzzo e Canto,

2002; Sardella, 1998), não se justifica, porque não possui sentido na prática química, que emprega propriedades extensivas e intensivas, conforme explicado acima, e não contribui para o ensino de química, uma vez que não auxilia os alunos na compreensão do conceito de matéria.

Alguns livros didáticos sugerem ou argumentam que massa e volume são propriedades gerais da matéria, comuns a todos os materiais e, por isso, não podem ser utilizados para diferenciá-los^{7-11,23}. Em nosso entender, massa e volume não podem ser empregados para caracterizar e/ou diferenciar os materiais porque são propriedades extensivas, já que são diretamente proporcionais à quantidade de uma amostra material. Tanto as propriedades extensivas quanto as intensivas podem ser gerais, no sentido de que todos ou muitos materiais as exibem. O caso da densidade é óbvio: se todos os materiais possuem massa e volume, como diz a definição didática usual de matéria, então, todos possuem densidade, pois esta constitui-se na razão entre massa e volume. Logo, o argumento não se sustenta.

Passemos, pois, à discussão da composição da matéria, uma propriedade química por excelência.

Composição química dos materiais

A articulação entre teoria e prática de manuseio da matéria conduziu à idéia de que os materiais são compostos por outros mais simples. Desde os antigos, instalou-se a polêmica acerca da essência da matéria, seus princípios ou elementos constituintes últimos, que permeou toda a história da química.

A química contemporânea tem como um de seus fundamentos conceituais a noção de materiais elementares que, por um grande número de combinações e em proporções variadas, formam todos os outros materiais. O conceito químico de matéria remete ao estudo da composição dos materiais, da mudança de composição dos materiais pela interação com agentes diversos — outros materiais, radiação, cargas elétricas, etc. — e das relações de outras propriedades da matéria com a composição.

A ciência química elabora explicações sobre a natureza baseadas em modelos que abrangem os planos macroscópico e microscópico, de modo que, a idéia de composição da matéria permeia ambos.

Macroscopicamente, os materiais podem ser classificados como materiais puros e materiais misturados, ou simplesmente, misturas. As misturas são decomponíveis em materiais puros através de procedimentos analíticos apropriados: destilação, cristalização, filtração, etc. Inversamente, pode-se produzir misturas pela junção de materiais puros. Os materiais puros recebem a denominação de substâncias químicas, abreviadamente, substâncias. Em resumo, do ponto de vista químico macroscópico, os materiais são classificados como substâncias e misturas.

As noções de substância e mistura infiltraram-se mais ou menos profundamente na sociedade através das práticas corriqueiras de manipulação dos materiais que realizamos enquanto cidadãos e da divulgação científica através dos meios de comunicação de massa. Os conceitos químicos de substância e mistura, porém, são bem mais restritos que aqueles empregados no senso comum.

Substâncias, no sentido químico do termo, são modelos dos tipos de matéria, dos materiais. Uma substância é um material já purificado e que não pode ser decomposto por procedimentos adicionais de purificação, daí ser considerado como material simples, elementar. A pureza não é uma propriedade da natureza, mas, o resultado de operações realizadas em materiais naturais ou artificialmente produzidos. O critério de pureza da matéria é operacional: uma amostra material é considerada pura quando passa nos testes de pureza, ou seja, quando é submetida a tentativas de purificação que não produzem resultados reconhecíveis. Desse modo, a pureza de um material é determinada pelos limites dos meios de detecção dos resultados das operações de purificação¹⁶.

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 detectados¹⁶.

Do ponto de vista microscópico, as substâncias são formadas por partículas idênticas de uma única espécie (já que são materiais puros), as quais são formadas por átomos de vários tipos que, por sua vez, podem ser decompostos em partículas menores — prótons, elétrons e nêutrons — que são decomponíveis até o limite das partículas consideradas elementares, atualmente. Enfim, de acordo com esse modelo, a matéria constitui-se numa mistura de muitas partículas interagentes que variam de complexidade conforme a escala de visão microscópica. Há uma hierarquia de níveis de tamanho e complexidade no reino microscópico.

A composição química dos materiais é expressa em termos dos elementos químicos. O conceito de elemento remete a uma longa história²⁴ e estabeleceu o nível de 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^{25,26}.

A elucidação da estrutura atômica que se seguiu à classificação dos elementos químicos do final do século XIX incorporou partículas mais simples às explicações químicas, notadamente, a interpretação das ligações químicas como interações eletrônicas. Contudo, o termo elemento químico permaneceu associado a átomos de mesmo número atômico.

Pelo exposto acima, verifica-se que a caracterização química de qualquer material é realizada através da sua composição macroscópica, ou seja, das substâncias que o compõem. Entretanto, a identificação de uma substância requer a descida ao plano microscópico, para verificar a composição elementar (atômica).

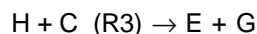
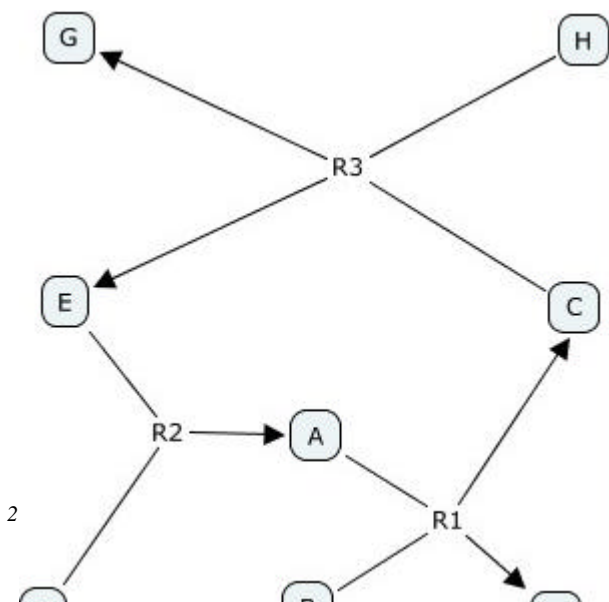
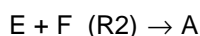
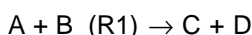
Reatividade das substâncias

Outra característica importante da matéria, do ponto de vista químico, é a interação dos materiais. Considerado um material, sempre haverá um outro que, quando posto em contato com o primeiro, em determinadas condições, provocará uma reação no sentido de transformar ambos. Nem todo par de materiais interage; contudo, não há material conhecido totalmente inerte na presença de algum outro. A inércia química em relação a determinados agentes é uma propriedade desejável em várias circunstâncias — materiais anti-inflamáveis, que não reagem ao oxigênio, por exemplo — e a pesquisa por materiais inertes faz parte do trabalho do químico.

Uma interação de materiais que acontece com mudança de composição recebe o nome de reação química. A evidência da ocorrência de qualquer reação química é a mudança temporal na composição do material original — substância ou mistura — com conservação da quantidade de átomos.

Uma reação química é expressa em termos de substâncias reagentes e produtos. Durante a reação, os átomos que compõem as partículas dos reagentes recombina-se formando partículas diferentes, características dos produtos. Portanto, durante uma reação química, os elementos químicos são conservados enquanto as substâncias químicas são modificadas.

Schummer¹⁶ identifica a estrutura lógica do conhecimento químico com uma rede, onde as substâncias são os nós e as conexões são as reações. Assim, o seguinte conjunto de reações



forma uma pequena rede, conforme visto na figura abaixo.

Figura 1 - Esquema de rede química

É possível percorrer a rede iniciando por uma substância X qualquer e seguindo as setas, nas duas direções, de modo a obter dois tipos de informação química: como produzir X a partir de outras substâncias e que substâncias podem ser produzidas tomando-se X como ponto de partida.

Conclusões

Nas seções precedentes, constatamos a complexidade do conceito de matéria e sua indefinição e examinamos as idéias de composição e reatividade dos materiais. Tendo em vista essas considerações, que conceito de matéria poderíamos propor como adequado ao estudante que se inicia na química?

De início, é preciso esclarecer que *matéria* é o termo genérico para as coisas materiais, que são complexas porque possuem muitas propriedades diferentes, estudadas de muitos modos, por exemplo: pela química — que é o que nos interessa neste momento — pela física, pela geografia, pela biologia, pela história, pelas religiões, pela sociologia, pela filosofia, entre outros modos.

Na química, os estudos se concentram na composição e nas interações dos materiais, em como a composição influencia outras propriedades dos materiais. Por isso, do ponto de vista químico, duas propriedades são mais importantes: a composição e a reatividade dos materiais.

Entretanto, para compreender conceitos de composição e reatividade faz-se necessário entender a articulação de seus componentes, ou seja, dos outros conceitos que, enredados, produzem os significados de composição e de reatividade. Assim, é preciso que os estudantes compreendam os significados de: materiais, propriedades (intensivas e extensivas), quantidade de matéria, mistura, substância, pureza material, estado de agregação, elemento, partícula microscópica, átomo, reação química, e tenha clareza das relações existentes entre tais conceitos. Portanto, ao ler o parágrafo anterior pela primeira vez, não se deve esperar que o estudante iniciante na química compreenda-o completamente. De fato, poderá ocorrer uma primeira compreensão decorrente do conhecimento que o estudante traz de sua vivência anterior, porém, o entendimento do conceito de matéria requer compreensões sucessivas, cada vez mais profundas,

à medida que os conceitos envolvidos na rede forem adquirindo significado para o estudante.

Enfim, o conceito químico escolar de matéria, embora fruto de uma redução, também revela-se complexo e, por isso, não pode ser ensinado como uma simples enunciação de propriedades. A base conceitual da química pode ser construída através da compreensão solidária de conceitos gerais e específicos, em movimento através da rede de significados que constituem o conceito de matéria.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica.

- ¹ Ausubel, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003. Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. Moreira, M. A.. *Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino de Física*. Porto Alegre: EDUEFRGS, 1983.
- ² Deleuze, G.; Guattari, F. *O que é a Filosofia?* Rio de Janeiro: Ed. 34, 1992. p.27.
- ³ Arjipsev, F. T. *A Matéria como Categoria Filosófica*. Lisboa: Estampa, 1973.
- ⁴ Eliade, M. *O Mito da Alquimia*. [S.l.]: Fim de Século, 2000.
- ⁵ Bensaude-Vincent, B.; Stengers, I. *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- ⁶ Bunge, M. *Filosofia da Física*. Lisboa: Ed. 70, [197-].
- ⁷ Covre, G. J. *Química: o homem e a natureza*. São Paulo: FTD, 2000.
- ⁸ Feltre, R. *Fundamentos da Química*. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2001.
- ⁹ Fonseca, M. R. M. *Química Integral*. São Paulo: FTD, 1993.
- ¹⁰ Peruzzo, T. M., Canto, E. L. *Química: na Abordagem do Cotidiano*. 2. ed. São Paulo : Moderna, 2002.
- ¹¹ Sardella, A. *Curso de Química*. 24. ed. São Paulo: Ática, 1998.
- ¹² Silva, E. R.; Nóbrega, O. S.; Silva, R. H. *Química: Conceitos Básicos*. São Paulo: Ática, 2001.
- ¹³ Usberco, J., Salvador, E. *Química*. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.
- ¹⁴ Houaiss, A.; Villar, M. S. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- ¹⁵ Moles, A.. *Teoria dos Objetos*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1981.
- ¹⁶ Schummer, J. *Hyle*, v.4, n.2, p.129-162, 1998. Available from <<http://www.hyle.org/>>. Cited: 13 mar. 2006.
- ¹⁷ Krnel, D.; Watson, R.; Glazar, S. A. *Int. J. Sci. Educ.*, v.20, n.3, p.257-289, 1998.
- ¹⁸ Lopes, A. R. C. *Rev. Bras. Est. Ped.*, v.74, n.177, p.279-308, 1993.
- ¹⁹ Silveira, R. J. *Quím. Nova Esc.*, n.1, p.8-11, 1995.
- ²⁰ Lopes, A. R. C. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.13, n.3, p.248-273, 1996.
- ²¹ Oki, M. C. M.; Moradillo, E. F.; Silva, J. L. P. B. Em preparação.
- ²² 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.
- ²³ Mortimer, E. F.; Machado, A. H. *Química para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2002.
- ²⁴ Oki, M. C. M. *Quím. Nova Esc.*, n.16, p.21-25, 2002.
- ²⁵ Tunes, E. et al.. *Quím. Nova*, v.12, n.2, p.199-202, 1989.
- ²⁶ 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.