

ENSINO DE CONCEITOS EM QUÍMICA. IV. SOBRE A ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

Elizabeth Tunes¹, Mário Tolentino¹, Roberto Ribeiro da Silva¹,
Emílio Carlos Poderoso de Souza² e Romeu C. Rocha-Filho¹

¹ Universidade Federal de São Carlos, Caixa Postal 676; 13560 – São Carlos (SP)

² Escola Estadual de 2º Grau "Dr. Álvaro Guião",
Avenida São Carlos, 2190; 13560 – São Carlos (SP)

Recebido em 29/09/88

ABSTRACT

A system of chemical concepts referring to the types of atoms of the constituents of substances is described. It is proposed that, from the standpoint of Chemistry, this is a last level of organization for matter. It is also proposed that nuclides are matter's last form of realization, where the genesis of chemical properties occurs (these properties vary from chemical element to chemical element).

INTRODUÇÃO

Reconhecendo-se a existência de diferentes níveis de organização da matéria, o que é fundamental para a compreensão do objeto de estudo da Química, vêm sendo propostos sistemas conceituais pertinentes a cada um desses níveis. Assim, relatou-se um sistema para matéria quanto à sua natureza¹, um quanto à sua forma de apresentação² e outro para substância quanto à natureza de seus constituintes³. Neste artigo, pretende-se apresentar um sistema conceitual adicional, correspondente a um último nível de organização da matéria, isto é, um sistema para constituinte quanto à natureza de seus átomos.

A ESTRUTURA ELEMENTAR DA MATÉRIA

Por que, para o químico, interessa considerar a estrutura elementar da matéria? Conforme ressaltado anteriormente¹, as substâncias são o objeto de estudo da Química e estas se realizam no constituinte³. Isto significa que o constituinte caracteriza-se como a unidade analítica da Química, sendo ao seu nível que se apresentam as propriedades químicas. Entretanto, a gênese dessas propriedades químicas dá-se na eletrosfera dos átomos; daí a necessidade de o químico tratar da estrutura elementar da matéria. Isto é o mesmo que dizer que é necessário referir-se às várias espécies de matéria (tipos de átomos), como será discutido adiante.

A Figura 1 mostra o sistema conceitual para constituinte quanto à natureza dos seus átomos e, a seguir, são apresentadas as definições de cada um dos conceitos nele envolvidos.

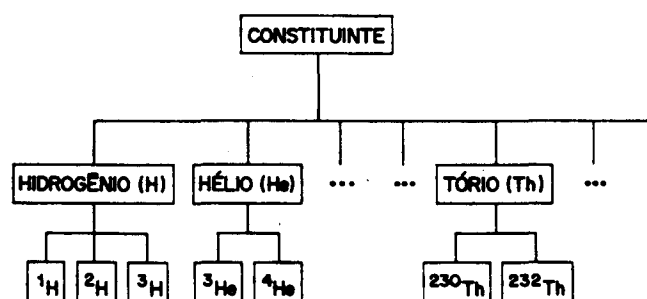


Figura 1 – Sistema conceitual proposto para constituinte, segundo a natureza de seus átomos.

CONSTITUINTE: conjunto de átomos que caracteriza uma substância particular.

ÁTOMO: entidade do constituinte formada por um núcleo positivamente carregado e uma eletrosfera negativamente carregada.

HIDROGÊNIO (H): tipo de átomo caracterizado pelo número atômico 1.

HÉLIO (He): tipo de átomo caracterizado pelo número atômico 2.

•

•

•

•

TÓRIO (Th): tipo de átomo caracterizado pelo número atômico 90.

•

•

•

•

HIDROGÊNIO 1 (¹H): tipo de hidrogênio caracterizado pelo número de massa 1.

HIDROGÊNIO 2 (²H): tipo de hidrogênio caracterizado pelo número de massa 2.

HIDROGÊNIO 3 (³H): tipo de hidrogênio caracterizado pelo número de massa 3.

HÉLIO 3 (³He): tipo de hélio caracterizado pelo número de massa 3.

HÉLIO 4 (${}^4\text{He}$): tipo de hélio caracterizado pelo número de massa 4.

-
-
-

TÓRIO 230 (${}^{230}\text{Th}$): tipo de tório caracterizado pelo número de massa 230.

TÓRIO 232 (${}^{232}\text{Th}$): tipo de tório caracterizado pelo número de massa 232.

-
-
-
-
-

Examinando a Figura 1, vê-se que, no primeiro nível de conceitos, logo abaixo do termo constituinte, tem-se o que corresponde ao conceito de *elemento químico*, entendido como "tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico". O nível seguinte comporta um outro conceito que é o de *nuclídeo*, que pode ser definido como "tipo de um dado elemento químico caracterizado por um número de massa específico". Ou seja, este sistema conceitual pode ser sintetizado do modo como está mostrado na Figura 2.

DISCUSSÃO

No contexto do sistema conceitual apresentado, do ponto de vista da Química, os nuclídeos são o modo de realiza-

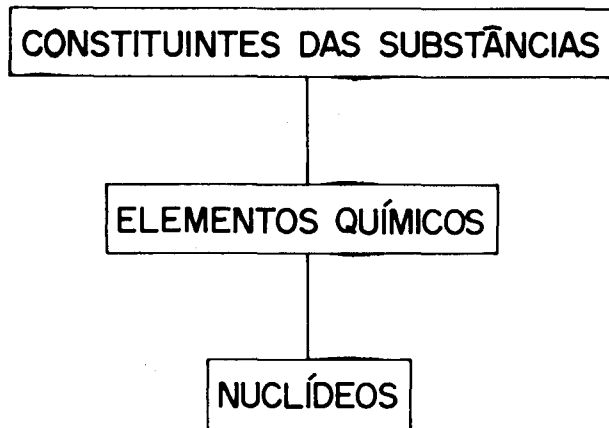


Figura 2 – Síntese do sistema conceitual para constituinte quanto à natureza de seus átomos.

ção última da matéria, isto é, as entidades químicas elementares da matéria. É como se dissesse que, por exemplo, o elemento químico hidrogênio realiza-se em seus nuclídeos (${}^1\text{H}$, ${}^2\text{H}$ e ${}^3\text{H}$); o hélio também (${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$) etc. A partir deste nível, esboça-se a interface difusa entre matéria e energia, ao se considerar as partículas elementares (vide Figura 3). A expressão elemento químico, na verdade, designa tipos de átomos, definidos pelo atributo crítico número atômico; ou seja, um dado elemento químico (por exemplo, hidrogênio) é um tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico (no caso, ${}^1\text{H}$, ${}^2\text{H}$ e ${}^3\text{H}$ são

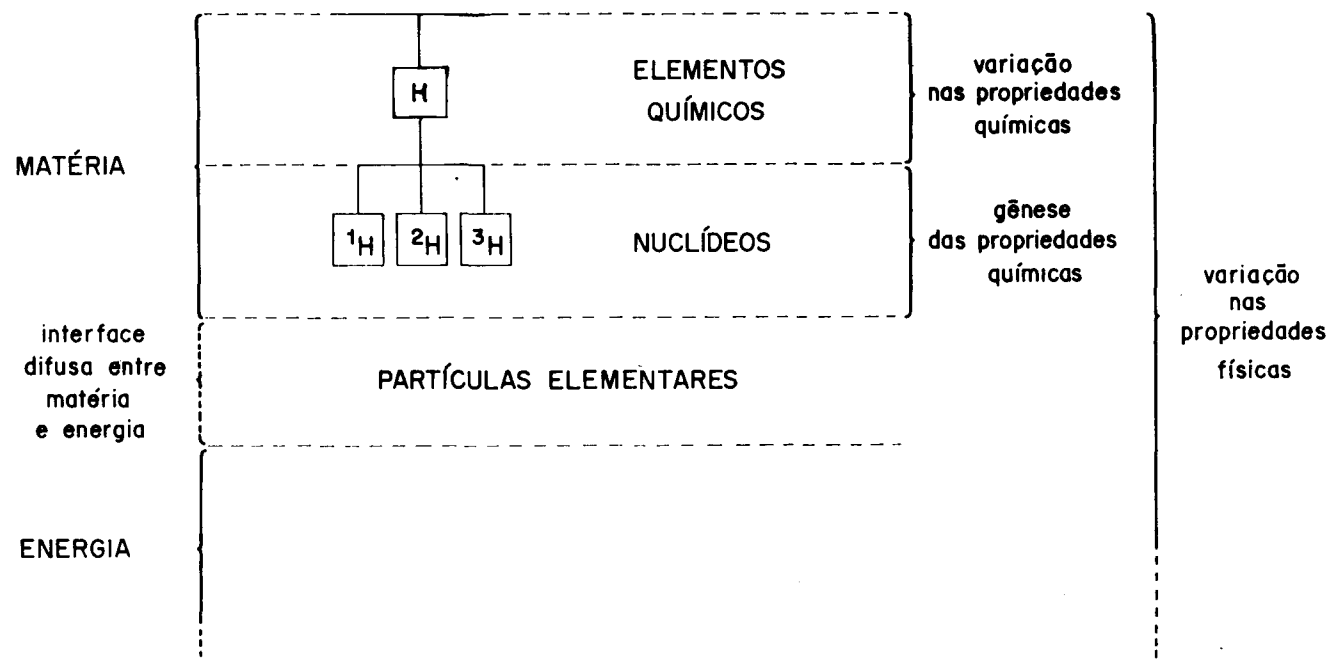


Figura 3 – Representação esquemática da interface entre matéria e energia, dos níveis onde propriedades químicas surgem e variam, e dos níveis onde as propriedades físicas variam.

caracterizados — todos — pelo número atômico 1). A importância de se ter em conta que cada elemento químico ocorre de fato através de seus núclídeos, pode ser constatada, por exemplo, na determinação das massas atômicas, quando, em cada caso, o número de núclídeos e suas abundâncias têm que ser determinados precisamente⁴.

No que diz respeito à matéria, a gênese das propriedades químicas (vide Figura 3) está nos núclídeos, mas estas variam de elemento para elemento. Ressalte-se, todavia, que, no caso de elementos muito leves, podem surgir efeitos isotópicos, particularmente detetáveis na cinética de algumas reações orgânicas⁵. De qualquer modo, este efeito é cinético, não mudando qualitativamente a propriedade química⁶. Quanto às propriedades físicas (vide Fig. 3) estas atravessam os dois universos conceituais de matéria e energia. Abaixo do nível dos núclídeos, inicia-se um domínio em que não é tão nítida a distinção entre matéria e energia: é aquele das partículas elementares^{7,8}. A partir daí, inicia-se um campo de conhecimento que é nitidamente da Física. A Química trata da matéria até o nível conceitual de elemento químico, pois é aí que se verifica variação nas propriedades químicas.

A Química interessa o conceito de núclídeo na medida em que para esta ciência é fundamental a determinação de massas molares, pois esta grandeza permite fazer a conexão entre o mundo microscópico e o mundo macroscópico⁹. Mas, como já mencionado, para determiná-la é preciso conhecer as massas atômicas dos núclídeos de cada elemento químico específico. Ou seja, os cálculos referentes aos processos químicos são feitos levando-se em conta a massa ponderada dos núclídeos dos elementos químicos considerados⁴. Assim, vale dizer que a Química transcende o seu limite para poder compreender o seu domínio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expressão “elemento químico” tem sido, por vezes, em nosso país, empregada de modo equivocado. Isto decorre, em parte, do fato de haver muitos livros traduzidos da língua inglesa, na qual um único vocábulo — *element* — abarca tanto o conceito de substância simples como o de elemento químico. Infelizmente, isto não tem sido levado em conta pela maioria dos tradutores (em geral, traduz-se sempre como elemento), o que tem causado confusões conceituais que, em nossa língua, são perfeitamente evitáveis. Por exemplo, as confusões contidas nos trechos traduzidos, abaixo transcritos, seriam evitadas se os tradutores levassem em conta os diferentes sentidos do vocábulo inglês *element*:

“Podemos determinar se uma substância pura é um *elemento* ou um *composto* pelo exame do tipo de transformação que sofre...”¹⁰

“Há duas espécies de substâncias puras: elementos e compostos. Elementos são substâncias simples, fundamentais...”¹¹

Ainda relativamente à linguagem, é importante lembrar que elemento químico não é átomo: na verdade, cada elemento químico diz respeito a uma classe de átomos. Considerando os núclídeos estáveis de cada elemento químico, em alguns casos, a classe de átomos (elemento químico) pode conter apenas um exemplar, o que ocorre para um grupo de vinte elementos químicos⁴.

Por outro lado, cabe comparar a definição aqui proposta para elemento químico com aquela usual em livros de química para o segundo grau: conjunto de (todos os) átomos de um mesmo número atômico¹²⁻¹⁴. A definição “tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico” é aplicável diretamente a cada elemento químico, pois hidrogênio é o tipo de átomo com um número atômico 1”, “hélio é o tipo de átomo com número atômico 2”, etc. Tal não é possível para a definição usual, pois não parece lógico afirmar que hidrogênio seja o conjunto de (todos os) átomos de número atômico 1; na realidade, todos os átomos de número atômico 1 constituem o conjunto de átomos do elemento químico hidrogênio; cada átomo do conjunto é um átomo deste elemento.

O sistema conceitual aqui apresentado permite alguma reflexão sobre a seqüência de conteúdos adotada em cursos propedêuticos de Química. Não é infreqüente que se inicie o ensino da Química pela atomística, seguindo-se pela classificação periódica, até chegar às substâncias (funções químicas). Considerando o que foi exposto e os sistemas conceituais relatados anteriormente, esta não parece ser a seqüência mais adequada, por dois motivos. Em primeiro lugar, admitindo-se um *continuum* de concretude/abstração conceitual, é possível hierarquizar os conceitos abaixo especificados, em grau crescente de abstração, do seguinte modo.

1. Material²
2. Substância¹
3. Constituinte³
4. Átomo

Vê-se, assim, que a seqüência de ensino anteriormente referida inicia-se do abstrato e caminha para o concreto, isto é, caminha para trás, na perspectiva do desenvolvimento cognitivo. Em segundo lugar, nesse caso, o ensino é começado exatamente no ponto em que as demarcações entre os campos de conhecimento da Física e da Química são difusas, criando-se, desse modo, a necessidade de, já ao início do processo de ensino, fazer a distinção entre os dois campos de conhecimento cujo objeto o aluno ainda não compreendeu (no sentido psicológico do termo). Ou seja, o aluno é introduzido à Química tomando contato exatamente com o sistema conceitual no qual esta disciplina se esgota enquanto ciência das substâncias.

Finalmente, cabe chamar à atenção o modo como átomo foi definido: “entidade do constituinte formada por...”. Assim o átomo, por definição, fica claramente relacionado ao constituinte. Tal relação decorre do fato da Química ser a ciência das substâncias, as quais são caracterizadas por constituintes específicos; isto é, para o químico, o átomo só tem significado como parte dos constituintes³.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (PI-249/PADCT-027/85; PI-239/PADCT-93/86), o apoio recebido para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ¹ Tolentino, M.; Silva, R.R.; Rocha-Filho, R.C.; Tunes, E.; *Ciênc. e Cult.* (1986) 38, 1721.
- ² Silva, R.R.; Rocha-Filho, R.C.; Tunes, E.; Tolentino, M.; *Ciênc. e Cult.* (1986) 38, 2028.
- ³ Rocha-Filho, R.C.; Tunes, E.; Tolentino, M.; Silva, R.R.; Souza, E.C.P.; *Química Nova* (1988) 11, 417.
- ⁴ Greenwood, N.N.; In: Kolthoff, I.M.; Elving, P.J.; "Treatise on Analytical Chemistry. Part I. Theory and Practice"; John Wiley & Sons, Nova Iorque (1978). Vol. 1, Cap. 8.
- ⁵ Hine, J.; "Physical Organic Chemistry", 2ª ed.; McGraw-Hill, Nova Iorque (1962), p. 71-73.
- ⁶ Carey, F.A.; Sundberg, R.J.; "Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms", 2ª ed.; Plenum Press, Nova Iorque (1984). p. 191.
- ⁷ Cheng, D.C.; O'Neill, G.K.; "Elementary Particle Physics"; Addison-Wesley, Reading (1979).
- ⁸ Haber, H.E.; Kane, G.L.; *Scientific American* (1986), 254, 42.
- ⁹ Rocha-Filho, R.C.; *Química Nova* (1988) 11, 419.
- ¹⁰ Quagliano, J.V.; Vallarino, L.M.; "Química", 3ª ed.; Trad. A. Espínola; Guanabara Dois, Rio de Janeiro (1979), p. 9.
- ¹¹ Russel, J.B.; "Química Geral"; Trad. G. Vicentini et al.; McGraw-Hill, São Paulo (1982), p. 33.
- ¹² Aichinger, E.C.; Mange, G.C.; "Química Básica 1"; E.P.U., São Paulo (1980), p. 8-3.
- ¹³ Novais, V.L.D.; "Química Geral", 3ª ed., Atual, São Paulo (1983). p. 40.
- ¹⁴ Feltre, R.; "Química", 2ª ed.; Moderna, São Paulo (1982). p. 51.

ASSUNTOS GERAIS

TRANSMUTAÇÃO DOS METAIS: UM VELHO TEMA REVISITADO.

Oswaldo Luiz Alves

Instituto de Química — UNICAMP; Caixa Postal 6154; 13081 — Campinas, SP

Recebido em 04/01/89

RESUMO

Este artigo enfoca a "transmutação dos metais", valendo-se de escritos de J. Marcus de Vèze, publicados em 1902. Desta obra, procurou-se destacar vários aspectos: idéias do Autor e seus contemporâneos sobre a transmutação dos metais, a evolução da Química, bem como informações acerca de *supostas* realizações de experiências de interconversão de prata em ouro, nos Estados Unidos. Finalmente, é apresentada uma descrição de dois procedimentos que, segundo De Vèze, *permitted* (?) a obtenção do chamado "ouro alquímico".

INTRODUÇÃO

A questão da *Transmutação dos Metais* tem recebido as mais variadas considerações, seja na direção de simples aceitação ou refutação dos procedimentos da Alquimia,

seja na recolocação do problema dentro do contexto dos procedimentos científicos e tecnológicos disponíveis atualmente. Sobre estes diferentes aspectos existe grande quantidade de material bibliográfico, sendo a maioria não disponível em nosso país.

Nossas várias visitas à Biblioteca do Arsenal, em Paris¹, possibilitaram-nos contacto com uma variedade bastante significativa de títulos que tratavam do assunto, com ênfase principalmente no período onde os procedimentos da Alquimia eram extensivamente praticados.

Naquela oportunidade, deparamo-nos com um opúsculo denominado *La Transmutation des Métaux et L'Or Alchimique — l' Argentaurum* de J. Marcus de Vèze, editado em 1902 e reeditado em 1977². Dentre os vários aspectos abordados, dois, efetivamente, chamaram nossa atenção, por sobressaírem-se às demais obras. O primeiro, sua data de publicação: 1902 — observe-se que já em pleno século XX — e, o segundo, o sub-título: "Di-