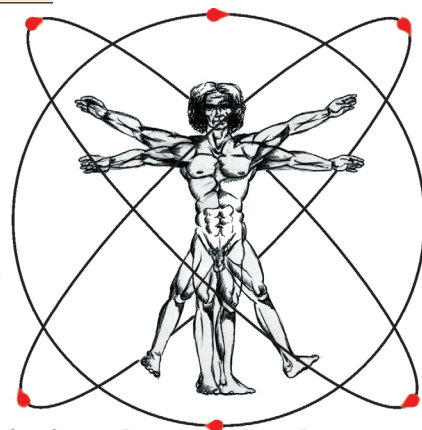


O Conceito de Elemento



da Antigüidade à Modernidade

Maria da Conceição Marinho Oki

Este artigo apresenta uma maneira de utilização da história e epistemologia da Ciência para melhorar o ensino através da identificação e estudo de conceitos estruturantes das ciências. A evolução histórica do conceito de elemento é apresentada destacando-o como um conceito estruturante da Química. São apresentadas concepções de elemento que se sucederam desde a antigüidade grega até o século XX.

► história e epistemologia, ensino de química, conceito de elemento ◀

Recebido em 18/06/01; aceito em 10/06/02

Uma das maneiras de utilizar a história da Ciência para melhorar o ensino consiste em realizar uma análise histórica da gênese do conhecimento científico e da sua construção.

Entre as possíveis estratégias para alcançar esses objetivos, tem-se a identificação dos chamados “conceitos estruturantes” das ciências e uma análise da sua evolução histórica. Segundo Gagliardi (1988), “os conceitos estruturantes são aqueles que permitiram e impulsionaram a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais”.

O conceito de elemento químico é um dos mais importantes da Química, podendo ser considerado, de acordo com a proposta de Gagliardi, como um conceito estruturante que, ao lado de tantos outros, como átomo, molécula, substância, reação química, ligação química etc., foram fundamentais para o desenvolvimento dessa ciência.

Através do uso da história e episte-

mologia da Química, podemos conhecer a gênese desse conceito, as várias concepções que se sucederam nos seus diferentes contextos e as modificações ocorridas ao longo do tempo relacionadas a fatores socioculturais. Um estudo usando o referencial histórico-epistemológico também revelará relações importantes com outros conceitos, que certamente serão importantes para o ensino de Química.

Atualmente, o conceito de elemento químico é introduzido, de um modo geral, nos primeiros capítulos dos livros de Química. Alguns dos conceitos que são apresentados podem ser vistos a seguir: “Um elemento é uma substância simples, fundamental e elementar. Um elemento não pode ser separado ou decomposto em substâncias mais simples” (Russel, 1994); “Os elementos são substâncias que não podem ser decompostas em outras mais simples... Cada elemento é constituído por apenas uma espécie de átomo” (Brown *et al.*, 1999).

Os trechos anteriormente citados foram extraídos de livros adotados no

Brasil e traduzidos dos originais na língua inglesa dos referidos autores. Nota-se que o conceito de elemento remete ao conceito de substância, mais especificamente ao de substância simples. A simbiose entre os dois conceitos gera confusão, que poderia ser evitada se os tradutores esclarecessem aos leitores o duplo sentido associado ao emprego dessa palavra na língua inglesa.

Em artigo publicado na revista *Química Nova* sobre o ensino de conceitos em Química, Tunes *et al.* (1989) discutem os equívocos existentes no emprego da expressão “elemento químico” em nosso país, o que é ocasionado pelo maior uso no nível superior de livros traduzidos da língua inglesa, nos quais o vocábulo utilizado “element” inclui tanto o conceito de substância simples quanto o de elemento.

Para Tunes *et al.* (1989), o elemento químico constitui uma classe de átomos formada pelos diferentes núclídeos ou “tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico”. Nesse artigo define-se núclídeo como “tipo de um dado elemento químico caracterizado por um número de massa específico”.

A seção ‘Conceitos científicos em destaque’ tem por objetivo abordar, de maneira crítica e/ou inovadora, conceitos científicos de interesse dos professores de Química.

Elementos: os princípios constituintes da matéria

A origem do nome elemento encontra-se relacionada ao vocábulo grego “stocheion”, correspondente ao termo latino “elementum”, que reúne três letras consecutivas do centro do alfabeto latino: L, M e N (Lockemann, 1960). Aristóteles usou a palavra “stocheion”, que significava para ele tanto elemento quanto princípio. Essa palavra foi posteriormente adotada nas várias línguas européias.

Elementos, princípios e átomos acompanhar-nos-ão em toda a história da Química, mas não assinalam uma unidade, uma continuidade conceitual à qual a história da Química esteja submetida (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

O uso desses termos nos diferentes contextos denota as divergências existentes nas explicações das qualidades da matéria manifestadas na sua aparência e nas suas transformações sustentadas em diferentes bases interpretativas.

O conceito de elemento começou a se estruturar a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas na natureza; os filósofos pré-socráticos foram os primeiros a tentar justificar o que aparentemente mudava e o que permanecia sem alteração, estando esse conceito vinculado às especulações desses filósofos sobre os princípios constituintes da matéria, ou seja, a sua causa primária, a sua essência.

Tales de Mileto (624-544 a.C.) considerou a água o único e primordial princípio responsável pela multiplicidade dos seres. Anaximandro (610-546 a.C.), discípulo de Tales, foi o primeiro a usar o termo “arché”, que significa princípio; no entanto, discordava de Tales em relação à explicação da existência de um único princípio, o que considerava uma limitação. Segundo ele, o princípio de tudo seria o “apeíron”, uma substância primária, indeterminada e imaterial.

Empédocles (490-430 a.C.) usou em suas explicações a idéia de quatro princípios ou elementos primordiais:

terra, água, ar e fogo. O amor e o ódio eram as forças antagônicas que promoviam a união ou dissociação dos quatro elementos e explicavam as mudanças observadas no mundo. Esse filósofo não utilizou em seus textos a palavra elemento, substituindo-a por raízes, mas mantendo o mesmo significado. “O termo elemento parece ter sido utilizado pela primeira vez por Platão” (Maar, 1999).

Os quatro “elementos-princípios” de Empédocles foram adotados pelo importante filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.), que lhes atribuiu qualidades. Um estudo das obras de Aristóteles revela que a sua visão sofreu algumas modificações ao longo do tempo (Mierzecki, 1991). No seu trabalho “Física”, no qual examina conceitos gerais relativos ao mundo físico, Aristóteles declarou a existência de somente três elementos; na sua obra “Sobre a geração e a corrupção”, considerou a existência de quatro elementos e, em “Sobre o céu”, onde apresenta estudos sobre o mundo sideral e sublunar, acrescentou o quinto elemento: o éter, a matéria constituinte dos corpos celestes. Posteriormente, esse último elemento foi chamado de quinta essência, caracterizando-se como o princípio formador de todos os corpos existentes no mundo supralunar, ou seja, a parte do Universo que se inicia com a Lua (Chassot, 1995).

Aristóteles considerava que tudo era formado por uma matéria de base ou substrato “hylé”; a este se juntavam as qualidades responsáveis pela sua aparência e forma. Essas qualidades elementares eram: quente, seco, frio e úmido. Todas as substâncias existentes seriam formadas pelos quatro elementos e cada elemento era caracterizado por um par de qualidades.

O conceito de “elemento-princípio” oriundo da filosofia grega revela uma ciência baseada nas qualidades aparentes dos corpos e que são percebidas pelos sentidos e o importante papel conferido à observação e à contemplação. Essa é uma ciência que concebe a realidade natural como um

mundo hierarquizado com lugares pré-determinados para todas as coisas.

A concepção de que a mudança na proporção quantitativa dos elementos constituintes podia levar à mudança nas propriedades e aparência dos

corpos foi a base teórica para a crença na transmutação de metais menos nobres naquele cuja combinação de qualidades seria a mais perfeita possível: o ouro. Essas tentativas foram

empreendidas por alquimistas árabes e europeus durante o período medieval usando-se vários procedimentos e operações.

Nesse período, os quatro elementos de Empédocles e, posteriormente, de Aristóteles, eram considerados como existentes em todas as substâncias; os metais, por exemplo, não eram considerados como corpos simples.

Atribui-se a Jabir ibn Hayyan, um alquimista árabe sobre o qual não se tem certeza sobre as suas origens, mas que teria vivido entre os séculos VIII e IX, a introdução da teoria do “enxofre-mercúrio”, baseada numa concepção dualista. Segundo essa teoria, todos os corpos seriam formados em diferentes proporções por dois princípios: o enxofre, portador da propriedade combustibilidade, e o princípio mercúrio, carregador da metalicidade.

A transmutação seria possível pela modificação da composição natural dos corpos. O ouro era o metal que encerrava uma composição ideal dos constituintes enxofre e mercúrio e uma maior pureza.

Esses “elementos-princípios” introduzidos no período da Alquimia ficaram conhecidos como espagíricos e a eles foi adicionado por Paracelso (1493-1541), no século XVI, o elemento sal, causador da solubilidade dos corpos e cuja presença estava relacionada à estabilidade.

Devemos considerar que, no contexto em que foram propostos, os elementos enxofre e mercúrio eram princípios abstratos, numa concepção metafísica de elemento, não devendo ser confundidos com as substâncias reais que desde aquela época e até hoje têm o mesmo nome.

O conceito de elemento começou a se estruturar a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas na natureza

Elementos: os limites extremos da análise química

Uma definição de elemento que já é considerada por alguns historiadores como moderna foi formulada por um dos mais importantes químicos do século XVII, o inglês Robert Boyle (1627-1691). Segundo Partington (1961), Boyle apresentou uma definição que discordava das concepções de elementos como princípios. Maar (1999) considera que a proposta de Boyle foi realmente moderna, só deixando de servir à Química com a descoberta dos isótopos a partir do início do século XX. No entanto, existem algumas divergências quanto a essa abordagem.

Alfonso-Goldfarb (1987) considera que Boyle apresentou uma definição aparentemente moderna de elemento, uma vez que, ao final, questionava a sua validade. A sua principal contribuição foi a destruição do conceito existente, abrindo caminho para uma nova elaboração. Para outros historiadores, Boyle não substituiu a definição tradicional por outra moderna, mas questionou a função de elemento na prática do químico, expressando as suas dúvidas quanto ao fato de que cada elemento estaria ou não presente na constituição de todos os corpos (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

O conceito de elemento de Boyle, bem como suas dúvidas, aparecem explicitadas na sua importante obra "O químico cético" (1661), como pode ser observado no trecho a seguir, extraído do apêndice desse livro:

Chamo agora elementos certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não são constituídos por nenhum outro corpo, ou uns pelos outros, que são os ingredientes a partir dos quais todos os corpos que chamamos misturas perfeitas são compostos de modo imediato, e nos quais estes últimos podem ser finalmente resolvidos. E o que me pergunto agora é se existe um corpo deste tipo que se encontre de modo constante em todos, e em cada um, daqueles que se dizem constituídos por elementos (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

Esse conceito difere em sua essência das concepções aristotélicas e espagóricas, que dominaram a Química até o período medieval, e passa a fundamentar o principal programa da Química no século XVIII: a análise dos corpos.

Para Boyle, os elementos eram os constituintes que resultavam da análise química, ou seja, "os verdadeiros limites extremos da análise química" (Mason, 1964). Boyle, no entanto, não cita em suas obras exemplos de elementos existentes na natureza.

Embora nesse trabalho outros assuntos tenham sido discutidos, como o problema da combustão, uma das principais questões colocadas era o número de elementos existentes e a influência da composição dos corpos nas propriedades.

Boyle criticou o raciocínio usado pelos alquimistas e propôs que todos os corpos químicos fossem produzidos por diferentes texturas, resultantes da combinação de diferentes partículas; as propriedades dos "corpos mistos" ou substâncias compostas deveria resultar também de sua estrutura e não somente de sua composição. Tal concepção revela a influência das idéias pertencentes ao atomismo mecanicista, muito influente na Química no século XVII.

O novo conceito de elemento "boyliano" influenciou a Química nos séculos seguintes, embora as concepções antigas tenham resistido até o século XVIII.

Lavoisier (1743-1794) usou meios empíricos para contestar os conceitos antigos, herdados de Aristóteles e dos alquimistas. Ele adotou o conceito introduzido por Boyle, dando-lhe uma existência concreta e precisa e definindo-o claramente no trecho a seguir, extraído do seu importante livro "Tratado Elementar de Química" (1789):

Se [...] associarmos ao nome de elementos ou de princípios dos corpos a idéia do último termo ao qual chega a análise, todas as substâncias que não podemos decompor por meio al-

gum são para nós elementos: não que possamos assegurar que estes corpos, que nós consideramos como simples, não sejam eles mesmos compostos de dois ou mesmo de um maior número de princípios, mas como estes princípios jamais se separam, ou antes, como não temos nenhum meio de os separar, eles comportam-se para nós como os corpos simples, e não devemos supô-los compostos senão no momento em que a experiência e a observação nos tenham fornecido a prova (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

A proposta de Lavoisier e colaboradores (Louis Bernard Guyton de Morveau, Claude Louis Berthollet e Antoine François de Fourcroy) de introduzir uma nova nomenclatura para as substâncias químicas teve como princípio geral que o nome da substância refletisse a sua composição; para tanto, a nova definição de elemento foi essencial.

Uma análise da tabela de substâncias simples proposta por Lavoisier no seu "Tratado Elementar de Química" demonstra que ele já reconhecia os metais como substâncias simples, embora alguns dos elementos considerados fossem, na verdade, substâncias compostas. Dos trinta e três elementos citados, cinco deles são hoje reconhecidos como óxidos, três são radicais que ainda não haviam sido identificados e dois correspondem à luz e ao calórico.

Apesar dos méritos do importante trabalho de Lavoisier e dos avanços introduzidos na Química Teórica, alguns equívocos foram cometidos por ele, como a inclusão do calórico e da luz como elementos imponderáveis. As concepções apresentadas sobre o calórico, assim como sobre o "princípio oxigênio", trazem ainda embutidos resíduos de uma Química qualitativa. Em seu livro, Lavoisier ainda se referia aos elementos químicos usando diferentes nomenclaturas, como: princípio, elemento, substância simples e corpo simples (Tolentino et al., 1997).

Segundo Boyle, elementos seriam certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não fossem constituídos por nenhum outro corpo, ou uns pelos outros

Corpos simples, substâncias simples ou elementos?

A concepção de elemento como sinônimo de corpo simples foi também explicitada em um livro-texto do mais influente químico da primeira metade do século XIX, Jons Jacob Berzelius (1779-1848), “Manual de Química” (1825), como pode ser visto a seguir:

Corpos que ocorrem na Terra são divididos em simples, não decompostos e compostos:

(1) Corpos simples são aqueles que podemos acreditar com certeza que eles não são compostos e que ocorrem como constituintes do restante da natureza.

(2) Corpos não decompostos (“indecomposed”) são aqueles que nós podemos supor que não são simples, mas eles não foram decompostos em elementos mais simples; se estes corpos são compostos não se conhece os seus constituintes absolutamente.

(3) Corpos compostos são aqueles que podem ser decompostos por meios químicos em outros mais simples (Mierzecki, 1991).

Observa-se que nesse período confundia-se o conceito de elemento com o de corpo simples; uma outra questão a ser observada é que os vocábulos corpo e substância eram usados indistintamente, não se fazendo diferenciação entre ambos.

A confusão conceitual envolvendo os termos elemento e substância simples ainda hoje é observada em alguns livros de Química, como visto anteriormente. No entanto, ainda no século XIX, Mendeleiev já registrava esse fato, propondo uma diferenciação entre elemento e corpo simples no seu importante artigo científico “A lei periódica dos elementos químicos” (1871).

Tal como Laurent e Gerhardt empregaram as palavras molécula, átomo e equivalente indistintamente, também hoje em dia se confundem freqüentemente as expressões corpos simples e elemento. Contudo, cada uma

delas tem um significado bem distinto, que importa precisar para evitar confusões nos termos da filosofia química. Um corpo simples é qualquer coisa de material, metal ou metalóide, dotada de propriedades físicas e químicas. A expressão corpo simples corresponde à idéia de molécula[...]. Pelo contrário, deve-se reservar o nome de elemento para caracterizar as partículas materiais que formam os corpos simples e compostos e que determinam o modo como se comportam do ponto de vista físico e químico. A palavra elemento corresponde à idéia de átomo (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

O conceito de elemento passou a ser vinculado ao conceito de átomo; essa relação está claramente explicitada por Mendeleiev nesse trecho de sua autoria e o peso atômico passou a se impor como critério de classificação.

Crítérios modernos para uma conceituação de elemento químico

Embora os conceitos de elemento e átomo tenham sido introduzidos pelos gregos, não coube a eles a associação desses conceitos; este foi um mérito da Química moderna e do processo interativo teoria e prática, idéias e técnicas que permanentemente se modificam e se influenciam mutuamente.

Os avanços na Química Teórica do século XIX e a sua aproximação da Física permitiram que outros critérios passassem a ser utilizados para se distinguir um elemento químico, tais como a valência e o peso atômico (atualmente massa atômica relativa). Tais critérios foram fundamentais para a identificação de grande número de elementos químicos e possibilitaram a organização dos mesmos em diversos sistemas de classificação e o relacionamento das propriedades dos elementos com os seus pesos atômicos.

As primeiras determinações de pe-

sos atômicos foram realizadas por John Dalton (1766-1844) e os resultados obtidos para essas grandezas foram responsáveis pela aceitação da Química como uma ciência exata.

A primeira metade do século XIX caracterizou-se por disputas inclusive no plano ideológico envolvendo a comunidade química. Os químicos comprometidos com o positivismo não aceitavam os pesos atômicos e preferiam fazer uso dos pesos equivalentes, obtidos exclusivamente a partir das relações de combinações ponderais ou volumétricas. Um outro grupo acreditava que o peso atômico era a característica fundamental de um elemento, definindo as suas propriedades.

O fim dessa disputa teve início com a importante contribuição do químico italiano Stanislao Canizzaro (1826-1910), que teve distribuído ao fim do importante Congresso de Karlsruhe (1860) um artigo científico de sua autoria, “Sunto di un Corso di Filosofia Chimica”, no qual deixava clara a diferença entre os conceitos de átomo e molécula, baseando-se na hipótese que havia sido formulada em 1811 por seu conterrâneo Amedeo Avogadro (1776-1856).

Após a superação das divergências, estabeleceram-se definitivamente os conceitos de átomo e molécula, equivalente, atomicidade e valência e as bases da Teoria Atômico-Molecular.

Nesse período, os valores determinados para os pesos atômicos nem sempre eram concordantes, o que se atribuía à imprecisão dos métodos experimentais e aos diferentes referenciais que eram usados como base para os cálculos. A variação nos valores determinados foi durante um certo período um problema inexplicável e não podia ser resolvido apenas com um maior rigor nas medições efetuadas. Foi necessária uma nova maneira de interpretação dos dados experimentais pautada numa mudança conceitual, que colocava em cheque o segundo postulado de Dalton e passava a admitir a idéia de que átomos de um mesmo elemento pudes-

Em 1871, Mendeleiev chamava atenção para a confusão conceitual envolvendo os termos ‘elemento’ e ‘substância simples’ (no século XIX, ‘corpo simples’). Apesar disso, ainda hoje tal confusão é observada em alguns livros de Química

sem ter pesos diferentes. Essa idéia passou a orientar pesquisas que pudessem fornecer evidências da existência dos isótopos.

O termo isótopo foi criado em 1913 por Frederick Soddy (1877-1956) e incorporado à linguagem científica nas primeiras décadas do século XX. A construção do conceito de isótopo demonstra a necessidade do diálogo da razão com a experiência, pré-requisito hoje necessário para o processo de construção racional do conhecimento químico, que é mediado pela técnica.

Cabe destacar nesse episódio a contribuição de Francis William Aston (1877-1945) que, visualizando o princípio do espectrômetro de massa e fazendo uso desse instrumento, estabeleceu evidências de que o conceito de isótopo aplicava-se a todos os elementos e não apenas aos radioativos.

O conceito de elemento passou a ser definido com base na estrutura atômica e molecular, acessível por métodos físicos baseados principalmente em interações radiação-matéria. A significação dos fenômenos elétricos dos átomos é dada pelo aparelho; cabe ao espectrômetro de massa essa função quando separa, seleciona e registra a massa dos diferentes isótopos. A estreita relação entre a teoria e o instrumento é uma das características da Química moderna; o processo de

aplicação experimental é que confere o valor de uma teoria, o instrumento científico é uma teoria materializada (Bachelard, 1977).

No século XX, a Química Teórica passou a se utilizar cada vez mais de conhecimentos produzidos no âmbito da Mecânica Quântica e da Física de Partículas. Os conhecimentos físicos sobre a estrutura do átomo penetraram na Química e introduziram mudanças radicais em conceitos básicos, apoiadas em um mundo submicroscópico em que muitas das leis naturais não se aplicam.

A identificação de um elemento químico passou a ser feita pelo seu número atômico e a sua caracterização considera a configuração eletrônica e os elétrons responsáveis pelas interações químicas que chamamos de elétrons de valência. Os conceitos de isótopo e de nuclídeo tornaram-se fundamentais para a elaboração de um novo conceito de elemento químico. A identidade do elemento químico foi modificada, já que esse passou a reagrupar um certo número de isótopos distintos.

O elemento químico deixou de ser o fim último da análise química, posição que passou a ser ocupada pelas partículas subatômicas. Novas propriedades, hoje consideradas como “elementares”, foram propostas visando sistematizar o grande número de par-

tículas subatômicas descobertas. A identificação dessas partículas em número crescente tem sido possível graças aos avanços tecnológicos, a exemplo do desenvolvimento de potentes aceleradores de partículas. No mundo subnuclear, isto é, nesse campo da Física Atômica, considera-se como elementar “qualquer coisa da qual não se veja a estrutura” (Caruso e Oguri, 1997).

A evolução do conceito de elemento químico nos fornece um bom exemplo “da natureza multidisciplinar da Química onde se contrapõe a atividade manual com a intelectual, o microscópico com o macroscópico, o pragmatismo empírico com a especulação teórica” (Chagas, 1989).

É importante não nos esquecermos da provisoriedade dos conceitos, decorrente das modificações da Ciência resultantes dos avanços científicos; queremos registrar a dificuldade inerente à formulação desse conceito, que estabelece uma importante relação entre o que é macroscopicamente observado e o que se imagina microscopicamente, ou seja, requer que façamos uso da nossa importante capacidade de abstração.

Maria da Conceição Marinho Oki (marinhoc@ufba.br), engenheira química, mestre em Química Inorgânica, é professora do Departamento de Química Geral e Inorgânica do Instituto de Química da UFBA.

Referências bibliográficas

ALFONSO-GOLDFARB, A.M. *Da alquimia à química*. São Paulo: Nova Stella, Edusp, 1987. p.189.

BACHELARD, G. *O racionalismo aplicado*. Trad. N.C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977. p. 122-124.

BENSAUDE-VINCENT, B.B. e STENGERS, I. *História da Química*. Trad. xxx. Lisboa: Editora Piaget, 1992. p. 23, 53-54, 128-129, 198-199.

BROWN, T.L.; LE MAY Jr., H.E. e BURSTEN, B.E. *Química - ciência central*. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999. p. 4.

CARUSO, F. e OGURI, V. A eterna busca do indivisível: do átomo filosófico aos quarks e léptons. *Química Nova*, v. 20, p. 333, 1997.

CHAGAS, A.P. *Como se faz química*. Campinas: Editora da Unicamp, 1989. p. 89.

CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Editora Moderna, 1995. p. 43.

GAGLIARDI, R. Como utilizar la historia de las ciencias em la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.

LOCKEMANN, I. *Historia de la Química*. Trad. M.T. Toral. México: U.T.E.H.A., 1960. v. 1, p. 21.

MAAR, J.H. *Pequena história da Química. Primeira parte: dos primórdios a Lavoisier*. Florianópolis: Papa Livros, 1999. p. 32, 345.

MASON, S. *História da ciência*. Trad. F.J.V. de Lacerda. Editora Globo, Porto Alegre, 1964. p. 367.

MIERZECKI, R. *The historical development of chemical concepts*. Varsóvia e

Dordrecht: Polish Scientific Publishers e Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 35, 46, 90.

PARTINGTON, J.R. *A history of chemistry*. London: MacMillan and Company, 1961. v. 2, p. 501-502.

RUSSEL, J.B. *Química Geral*. 2ª ed. Trad. M. Guekezan et al. São Paulo: Makron Books, 1994. v. 1, p. 10.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.C. e CHAGAS, A.P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, v. 20, n. 1, p. 105, 1997.

TUNES, E.; TOLENTINO, M.; SILVA, R.R. DA; SOUZA, E.C.P. DE e ROCHA-FILHO, R.C. Ensino de conceitos em Química. IV - Sobre a estrutura elementar da matéria. *Química Nova*, v. 12, p. 199-202, 1989.

Abstract: *The Concept of Element: from Antiquity to Modern Times* - This paper reports a way of using the history and epistemology of science for improving education through the identification and study of structuring concepts in the sciences. The historic evolution of the concept of element is presented highlighting it as a structuring concept of chemistry. Succeeding conceptions of element from antiquity to the 20th century are presented.

Keywords: history and epistemology, education in chemistry, concept of element