

A PROPOSTA DE UMA SEMÂNTICA QUÍMICA

SILVIA HELENA DE LIMA MONTEIRO

Professora Mestre do Curso de Licenciatura em Química, da Universidade Estadual Vale do Acaraú
- Sobral - Ce, Brasil. lima.silvia402@gmail.com

RESUMO

Semântica é o estudo do significado. E o que significa o significado? Tomaremos como uma boa resposta considerá-lo a ideia que um signo, sonoro ou gráfico, desperta nas pessoas. O significado como a língua, não é uma coisa estática, imutável, ao contrário está em constante evolução. Se isto não ocorre, o significado deixa de existir e, por consequência, o signo também. Um exemplo histórico na química é o flogisto, que uma vez provado incapaz de abrir portas para o futuro foi arquivado. Igualmente aconteceu com o calórico, o múrium e outros que possuíam significados não avaliados pelos novos conhecimentos da ciência. O significado pode alterar-se, tomar novas formas, ampliar o campo de significação para adequar-se aos conhecimentos contemporâneos. O átomo dá-nos um magnífico exemplo do significado em movimento capaz de adequar-se às novas conquistas da ciência. A busca pela compreensão da matéria é sem dúvida um processo contínuo e um dos mais enigmáticos da ciência, exemplo disso é o processo evolutivo sofrido com os modelos visando descrever o átomo. Muitos foram os filósofos que pensaram sobre a constituição da matéria mas Leucipo, Demócrito, Epicuro e Lucrecio foram os mais visíveis. Assim, o estudo sobre a evolução do significado do átomo é o aspecto central que será tratado nesse artigo.

Palavras-chave: Semântica, Linguística, Modelos atômicos, Evolução

INTRODUÇÃO

A semântica é o ramo da lingüística que estuda o significado e a evolução histórica das palavras em suas relações com os objetos que a designam. (LEGRAND, 1983, p. 241) É o estudo do significado. Quando dizemos estudo, implicamos os aspectos históricos que justificam as mutações ocorridas no tempo. - O que significa o significado? Consideramos uma boa resposta dizer que é a mesma idéia que um signo gráfico, ou sonoro, desperta em mim e noutras pessoas.

O significado, tal como a língua, não é uma coisa estática. Ao contrário, está sempre em constante evolução. Se não ocorre assim, é porque não estava na corrente da ciência e, por isso, perdeu seu sentido, passando para o arquivo das coisas mortas, mesmo que em algum tempo tenha sido vetor de avanço do conhecimento. Quem, não estudante da história da química, sabe o que foi a transmutação, o calórico, o múrium, etc? Entretanto, se indagarmos a um estudante pouco informado, o que é o átomo, teremos um retorno, ainda que não propriamente correto. O fato de o significado do átomo ser atual, e até mesmo corriqueiro, leva-nos a questionar: - Por quê um conceito tão antigo, cerca de 2500 anos de idade, faz parte do glossário da ciência, enquanto que outros, muito mais novos, repousam no esquecimento?

Na química, como em qualquer outra ciência, há conceitos que têm vida perene (átomos, elementos, substâncias, etc.) enquanto que outros têm vida fugazes. Os perenes caracterizam-se pela capacidade de adaptação permanente à eclosão de novos conhecimentos. Embora sejam verdades relativas, todos eles o são, mas levam em si um grão da verdade absoluta. Os que não sobrevivem ao tempo são acidentes de percurso e/ou não se vinculam aos conhecimentos contemporâneo. Há os que foram construídos sobre dogmas, ou são produtos de observações incompletas, ou por deficiência do observador ou por limitações que não podem acompanhar a marcha da ciência e da tecnologia. São exemplos de conceitos dogmáticos, entre os citados, a transmutação e o múrium; o flogisto e o calórico são hipóteses construídas a partir de observações muito restritas. Já o modelo do átomo, desde o mais antigo - o de Leucipo (V século a.C.), encerra uma parcela do conhecimento real da matéria que será parte de qualquer modelo futuro. Não é propriamente a indivisibilidade, mas a admissão de existência do *não ser*, do espaço como realidade, de par com o *ser*. Aqui está, o ponto central, da diferença entre os atomistas e os seguidores de Parmênides (V século a.C.), os eleatas.

O significado de um conceito é o conjunto de propriedades características que são lembradas ou imaginadas no jogo da comunicação. Significa dizer, que se um filósofo contemporâneo de Demócrito, emite a palavra átomo, desperta imediatamente em seus interlocutores a partícula material mínima, homogênea e de massa indivisível. Para atualidade, tal significado não seria o mesmo, pois o átomo é indivisível em relação à substância.

Tomemos como exemplo o átomo do elemento sódio simbolizado por Na; se lhe tirarmos um elétron teremos dividido sua massa, obtendo-se outra substância o Na^+ (íon sódio). Nesse exemplo, o elemento sódio (Na) é insolúvel na água e o íon sódio (Na^+) é solúvel; então temos duas diferentes substâncias. Esta indivisibilidade relativa à qualidade é o mesmo que ocorre nas moléculas, ou seja, não se pode dividi-las pois a substância desaparecerá. Se da molécula água, definida por todas as suas propriedades características, tiramos um próton (H^+), o que resta são duas novas substâncias (H^+ e o OH^-), levando-nos a concluir que a molécula é qualitativamente indivisível.

O fato de um significado do átomo permanecer tão vivo, e outros, cerca de dois mil anos mais novos já servirem apenas de curiosidade histórica, faz-nos questionar: - Por quê?

Na química, como em qualquer outra ciência, há conceitos que tem vida perene (átomo, elemento, substâncias, etc.); e outros são perecíveis como os já referidos anteriormente, tal qual o da indivisibilidade do átomo. Os que têm vida perene caracterizam-se pela constante adaptação às infundáveis mudanças científicas. Esta adaptação é sempre feita por acréscimo como se fora uma somatória cujas parcelas são integrantes do significado. Mas, também, ocorrem transformações nas características significativas.

Muitos foram os filósofos que pensaram sobre a constituição da matéria, mas Leucipo, Demócrito, Epicuro e Lucrecio foram os mais visíveis. O primeiro, segundo Chassot (2004), afirmou, já em 450 a.C., que deveria haver uma partícula pequeníssima que chegaria um momento que não seria mais possível cortá-la. Demócrito no mesmo século nomeia estas partículas de átomo - significando algo não divisível.

A concepção do átomo de Leucipo a Dalton, foi uma partícula de matéria homogênea que teve seu significado modificado por Thomson, pela descoberta de sua heterogeneidade. Thomson, em 1898, postulou que o “átomo poderia ser uma esfera carregada positivamente na qual elétrons estão incrustados” (RUSSELL, 1994, p.213). Compreendemos então o que perdurou, foi o significado de partícula.

Ilustraremos com o significado da palavra matéria, porque ela foi o primeiro conceito científico do homem aceito, desde os mais antigos filósofos gregos (Tales), como coisa incriada e indestrutível. “*Nada podem tirar do nada os Numes*”, ou seja, os deuses não podem criar a matéria do nada, como também não podem destruí-la, porque “*nada póde produzir o nada*”, pensamento de Lucrecio Caro (apud LEITÃO, 1851, p.22); ou no dizer de Simplício: “*pois o que é, é impossível não ser*”. À eternidade da matéria sucedeu a questão: - como explicar a diversidade das coisas? Este foi um ponto que não pesou no conceito básico de matéria desses filósofos, pois era uma questão muito avançada naquele momento, mesmo que o filósofo Tales de Mileto tenha explicado que a origem da vida estava relacionada à água.

Somente os sólidos e os líquidos eram considerados, até então, matéria; porque tinham peso e ocupavam lugar no espaço. Devemos considerar entretanto, que Anaxímenes (585 - 528 a.C.) ensinou na sua filosofia que a matéria primordial era o ar. Mais tarde Aristóteles (384 - 322 a.C.) admitiu a existência de uma espécie de matéria: a matéria celeste, denominação dada aos gases. Foi porém, na Civilização Helenística que o problema do terceiro estado físico da matéria teve uma apreciação mais científica.

Herón de Alexandria (62 - 150 d.C.), estudou mais detidamente os gases divulgando seus estudos em um Tratado sobre Pneumática. Seu modelo muito próximo do de Daniel Bernouille, descreve os gases como partículas muito pequenas que se dispersam no vácuo. Percebemos aqui a aceitação de gases como um novo tipo de matéria.

O ÁTOMO: DISCUTINDO A EVOLUÇÃO DO SIGNIFICADO DO ÁTOMO AO LONGO DA EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA QUÍMICA

O significado pode alterar-se, tomar novas formas, ampliar o campo de significação para adequar-se a novos conhecimentos. O átomo dá-nos um magnífico exemplo do significado em movimento.

Antes de Dalton não se cogitava da importância do átomo. Repetia-se o que já o dissera Leucipo, Demócrito, Epicuro, Leucrócio, Herón de Alexandria e outros: **o átomo é uma partícula indivisível da substância**. Para ser indivisível tinha que ser homogênea. Eis o significado do átomo.

Mesmo quando a química assumiu as características de uma ciência moderna, com linguagem e método, o significado dessa partícula mínima perdurou por muitos anos. É que se fazia a química com pesos de reação

(equivalentes). Por exemplo: se uma grama de hidrogênio reage com sete gramas de oxigênio, que por sua vez reagem com cinco gramas de azoto (nitrogênio), então um grama de hidrogênio reage com cinco gramas de azoto (WURTZ, 1879, p. 21-23). Assim, poder-se-ia construir um rol muito grande de pesos de reações sem qualquer apelo àquela entidade tão velha quanto misteriosa: o átomo.

Lavoisier que tinha o espírito científico bem estruturado, não sentiu a necessidade de um aspecto microscópico para a química. Apresentou em seu texto do *Traité Elementaire de Chimie*;

“Eu sempre procurei evidenciar que o hidrogênio, o oxigênio e o carbono, os três elementos constituintes dos vegetais, permanecem no estado de equilíbrio ou mútua união, um em relação ao outro, que existirá enquanto não for perturbado...” (LAVOISIER, 1952, p. 39).

Nesse trecho como em inúmeros outros da mesma obra, Lavoisier não se refere a átomo mas a elementos formadores das substâncias. Das leis básicas da química, a principal, pode-se dizer, a única de então, conhecida hoje como a lei da conservação da massa, não se referia a qualquer aspecto microscópico.

“Considero como um axioma incontestável que, em todas as operações da arte ou da natureza, nada é criado; uma quantidade igual de matéria existe, tanto antes como depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente a mesma” (LAVOISIER, 1952, p. 39-41).

Com o advento do conjunto das leis ponderais da química, Dalton teve a lucidez de imaginar o fenômeno químico como um fenômeno nas dimensões atômicas. “Todas as transformações químicas consistem em separar as partículas que permanecem num estado de coesão ou combinação, ou juntá-las quando estão distanciadas” (DAMPIER, 1946, p 227).

A genialidade de Dalton foi postular que os pesos de combinação guardam entre si a mesma proporção que os pesos dos átomos. Decorre que estabelecido experimentalmente os pesos de reação, temos simultaneamente estabelecidos os pesos atômicos relativos.

Se uma grama de hidrogênio reage com 7 gramas de oxigênio, a relação entre os pesos atômicos é de 1:7. Daí, ter concluído Dalton, que os átomos combinam-se um a um. A mecânica é a seguinte: 1 átomo de **A** combina-se

com 1 átomo de **B** para formar o átomo binário **AB**; 1 átomo de **C** combina-se com 1 átomo binário **AB** para formar um átomo ternário **ABC**. Deste modo, há os átomos dos elementos e os átomos binários, ternários, etc. Estes são átomos compostos. Há três aspectos a registrar: o primeiro é que na formação dos átomos compostos, os átomos simples permanecem íntegros. Não há qualquer fato novo além da justaposição dos átomos. A única força que atua no caso é a misteriosa afinidade de átomo para átomo ou de átomo para átomos compostos (átomos binário, ternários, etc.). O segundo, é que não há o fenômeno atomicidade, hoje chamado valência, A valência é a capacidade que um átomo tem de ligar-se ou não, simultaneamente a um ou mais átomos. As moléculas binárias são sempre um átomo ligado a outro. A terceira, é a que jamais poderá ocorrer um átomo composto ternário sem que seja produto de duas reações em cadeia. No modelo de Dalton jamais ocorrerá uma reação cujo produto seja mais de um composto.

Para boa compreensão temos que primeiro observar a concepção de Dalton sobre o átomo e como representar graficamente os compostos. Assim Dalton considerou:





(...) como esferas densas de diferentes dimensões, cada uma rodeada por uma atmosfera de calor (calórico) que repelia outras atmosferas. De acordo com o espírito quantitativo da época, e porque o conceito de tamanho variável era tão importante para esse pensamento, ele tentou determinar os valores numéricos para as diferenças de tamanho ou, mais precisamente, de peso. (LEICESTER, 1956, p. 154).

Uma vez concebido o átomo como esferas o problema seria como representar graficamente os compostos. A solução requerida por Dalton fundamentou-se em duas condições: primeiro, que se tenha o conjunto de símbolos de todos os elementos; segundo, a maneira como estes símbolos se agrupariam para formar os átomos compostos.

O primeiro passo foi dado atribuindo-se a cada elemento um símbolo, significando simultaneamente: o elemento, o átomo, seu peso de combinação e, finalmente, seu peso atômico.

Assim o símbolo \odot , representa genericamente o elemento hidrogênio, o peso de uma unidade de massa (peso de combinação ou reação) e, por último, o peso atômico 1 (hum).


Abaixo apresentamos uma tabela parcial, chamando a atenção para o significado único de múltiplo aspecto:


Elemento	Símbolo	Peso de combinação	Peso do átomo
Hidrogênio		1 unidade de massa	1
Oxigênio		7 unidades de massa	7
Azoto (nitrogênio)		5 unidades de massa	5
Carbono		5 unidades de massa	5





(LEICESTER, 1956. Pág. 155).

Com estes dados podemos descrever a produção de ácido carbônico (dióxido de carbono) e compará-la com a prática.




Segundo a teoria de Dalton, o ácido carbônico é um átomo ternário e são necessárias duas reações:

Na primeira reação  combina-se com o  para formar átomo binário. 

Na segunda reação   combina-se com o  para formar átomo ternário 

Observamos a partir da concepção teórica de Dalton que na prática nunca se consegue produzir  (monóxido de carbono puro). O que se consegue é uma mistura de  e  (dióxido e monóxido de carbono) em uma única reação; ou  o (dióxido de carbono) puro.

Embora a teoria de Dalton fosse errônea em muitos aspectos, principalmente por causa de seus conceitos rígidos e arbitrários. Deu uma base quantitativa precisa para a ideia mais antiga e vaga de átomos; deu ao conceito de elementos uma especificidade que antes não existia; explicava a descontinuidade nas proporções dos elementos nos compostos, expressa nas leis das proporções constantes e múltiplas; e sugeriu que o arranjo dos átomos em um composto poderia ser representado esquematicamente de forma a indicar a estrutura real do composto. Muitos dos desenvolvimentos da química no século XIX resultaram da expansão dessas idéias. (LEICESTER, 1956, p. 155).

Da mesma forma a representação da água é um átomo binário, produto da reação de  (1 grama de hidrogênio) com  (7 gramas de oxigênio) para formar  8 gramas de (água).

É interessante notar que temos nas reações descritas do carbono e oxigênio, a especificação quantitativa de cada reagente e cada produto. Na

primeira, temos 5 gramas de carbono combinando-se com 7 gramas de oxigênio para formar 12 gramas de monóxido de carbono (átomo binário). Na segunda, temos 12 gramas de monóxido de carbono, reagindo com 7 gramas de oxigênio para formar 19 gramas de dióxido de carbono (○○○). (WURTZ, 1879, p. 21)

Tem-se igualmente que no processo cumpre-se rigorosamente às leis:

1. a soma das massas dos reagentes é igual à massa do produto (LAVOISIER, 1952, p. 41). Note-se também, que o número de átomos dos reagentes é igual ao número de átomos do produto, em qualidade e quantidade (ver a primeira lei da química);
2. as proporções que reagem o oxigênio com hidrogênio para formar água 1:7; e oxigênio com carbono 7:5, etc, obedecem à lei das proporções definidas.

Quanto à reação do oxigênio com carbono para formar o monóxido de carbono (○○) não é possível. Este é um fato muito importante porque, ao final, a prática é o critério da verdade. E só este fato, já nega de pleno o modelo de Dalton.

Podemos então resumir dessa fase germinal sobre a semântica na química que:

O significado do átomo evoluiu de uma hipótese antiga sem sustentação experimental, para hipótese moderna baseada em evidências experimentais (as leis ponderais da química). Agora já não é mais uma divagação criada para explicar o fenômeno da diversidade das coisas.

Ela explica de modo cabal porque na reação química, a massa se conserva e porque os elementos que formam os reagentes são os mesmos que formam os produtos, em quantidade e qualidade, tal como foi provado por Lavoisier; e porque os elementos se combinam em proporções definidas, invariavelmente se o faz para produzir uma determinada substância.

Até 1808 a química estruturou-se sobre quatro leis principais: a lei da conservação da massa, a das proporções definidas, a das proporções recíprocas e a das proporções múltiplas.

A unificação das leis adveio com a teoria atômica de Dalton que introduziu uma notação moderna, isto é, uma notação em que os símbolos significavam os elementos e os seus átomos. Significa que o símbolo ○, representa genericamente o elemento hidrogênio e especificamente o átomo desse elemento.

Para um átomo qualquer, Dalton criou um conjunto de características definidoras.

Assim, o átomo de um elemento qualquer significa uma partícula:

- mínima, indivisível e, portanto,
- homogênea como a matéria de Parmênides;
- de peso invariável (peso equivalente);
- com afinidade seletiva, ou seja, propriedade do átomo combinar-se quimicamente com outros e
- formadora das substâncias, compostas por adição sucessivas de átomos.

O aspecto mais importante do modelo daltoniano, o do tratamento atômico do fenômeno químico, deixou em aberto o fato de que átomos de alguns elementos combinam-se com um, dois ou mais átomos de outros elementos. O átomo do oxigênio, por exemplo, combina-se com dois átomos ou com apenas um de enxofre; o átomo do carbono combina-se com quatro átomos de hidrogênio e dois ou um de oxigênio, etc. A hipótese de que as reações processam-se átomo a átomo jamais explicaria a realidade experimental de que são necessários dois volumes de hidrogênio para reagir com um só volume de oxigênio para formar dois volumes de vapor d'água, ou que são três os volumes de hidrogênio que se combinam com um só volume de amônia (nitrogênio) para formar dois volumes de amônia (reações gasosas estudadas por Gay-Lussac). O inexplicado é um problema da ciência que é resolvido quando se encontra um modelo tão abrangente quanto possível. O inexplicado, no caso, era a capacidade de um átomo ligar-se a um ou mais átomos de outros elementos, ter valência, portanto.

Embora Berzelius usasse a lei dos volumes combinados, ele nunca a estendeu às suas conclusões finais e, portanto, nunca foi capaz de fazer as distinções entre átomos e moléculas em reações gasosas. Este passo foi dado em 1811 pelo italiano Amadeo Avogadro, mas suas idéias foram negligenciadas por quase cinquenta anos. Avogadro assumiu uma suposição que havia sido considerada, mas rejeitada por Dalton: que volumes iguais de gases diferentes continham o mesmo número de partículas. (LEICESTER, 1956, p. 158)

Avogadro deu o primeiro impulso para uma nova etapa na evolução da linguagem da química junto com um novo significado do átomo. Sua hipótese, baseada na igual compressibilidade dos gases, de que volumes iguais

de gases têm números iguais de moléculas nas mesmas condições de temperatura e pressão, tornou indiscutível, no momento que:

- a. a partícula mínima de uma substância é a molécula;
- b. a molécula elementar é formada por dois átomos quimicamente enlaçados;
- c. as moléculas integradas (do produto) são formadas pelos átomos reagentes na proporção dos volumes.

O átomo não seria mais a menor parte de uma substância elementar. A molécula, esta sim, é a partícula mínima. É heterogênea, porque é formada de átomos; É indivisível porque seu fracionamento leva a aniquilação da substância. É fácil compreender que de c, resulta serem os volumes a razão das fórmulas químicas. Berzeleius diferiu de Avogadro quando postulou que volumes iguais de gases têm números iguais de átomos e não de moléculas. Nesta base, se dois volumes de hidrogênio reagem com um volume de oxigênio para produzir água, por simplificação, podemos afirmar que dois átomos de hidrogênio combina-se com um átomo de oxigênio. A representação volumétrica da síntese da água H^2O , é sua própria fórmula química, Pela mesma razão, se um volume de nitrogênio combina-se com 3 volumes de hidrogênio para produzir amônio, a representação da síntese é NH^3 ; porque cada volume corresponde a um átomo.

Berzelius usava indistintamente volume como sinônimo de átomo, e as fórmulas químicas das substâncias produzidas, eram a própria indicação, dos processos de produção. É por isto que a fórmula do ácido sulfúrico era $H^2O.SO^3$, porque era obtido pelo borbulhamento do SO^3 em água. E como o óxido K^2O era obtido pela substituição na molécula de água, dois hidrogênios por dois átomos do K, então a fórmula química do sulfato de potássio, seria $K^2O.SO^3$. Além deste aspecto descritivo havia ainda a questão da filosofia dualística tão importante a Berzelius; toda molécula tem uma parte eletropositiva e outra eletronegativa. Este era um fato perfeitamente justificado pelas experiências eletroquímicas de Faraday. Havia átomos eletropositivos e os eletronegativos. Era um aspecto novo a acrescentar à prática homogênea dos atomistas: a sua natureza elétrica. Este novo aspecto do átomo trouxe ao dia a questão: - Porque há átomos que se carregam positivamente enquanto outros carregam-se negativamente?

Este problema começou a ser resolvido com a descoberta do elétron (o átomo da eletricidade negativa feita por Thomson em 1898) e de que ele é uma partícula fundamental da matéria.

Em 1804, o químico escocês Thomson, um popularizador da química muito ativo, visitou Dalton e aprendeu os detalhes de sua teoria atômica. Thomson ficou tão impressionado com o que ouviu que se tornou um fervoroso defensor da teoria de Dalton. Ele foi posteriormente acusado por Higgins de suprimir deliberadamente as contribuições deste último. Não há dúvida de que o apoio entusiástico de Thomson fez muito para tornar o trabalho de Dalton bem conhecido de outros químicos, de modo que se tornou a base para trabalhos posteriores na aplicação da teoria atômica à química.

Em 1807, Thomson publicou seu *System of Chemistry* em cinco volumes, no qual explicava a teoria de Dalton, e em 1808 o próprio Dalton lançou Um novo sistema de filosofia química, um dos clássicos da história da química. Nestes trabalhos a teoria atômica foi desenvolvida em detalhes e muitas de suas aplicações foram discutidas. (LEICESTER, 1956, p. 154 - 155)

O átomo passou a significar não a mais a partícula homogênea que reinou soberana desde Leucipo até Berzelius, mas um sistema de partículas elétricas, positivas e negativas, em equilíbrio. Esta nova etapa da evolução do significado do átomo, consolidou-se com a descoberta de Rutherford (1911) de que a eletricidade positiva concentra-se num núcleo de grande massa e dimensões extremamente pequenas, em torno do qual gravitam os elétrons a grandes distâncias. A conclusão do momento é que não se tem mais uma partícula, mas um sistema em equilíbrio, formado por um núcleo positivo e uma eletrosfera negativa. Se desse sistema se retira, por qualquer modo, um elétron, o sistema se transforma num cátion, conforme a nomenclatura de Faraday. Poderá ser um ânion, se o sistema aceita que se lhe agregue um ou mais elétrons.

Esta propriedade de perder ou ganhar elétrons explica, de maneira decisiva, até então, a misteriosa origem dos íons. Torna também perfeitamente compreensível a formação de moléculas. É absolutamente necessário que se aceite o átomo como um sistema isolado, em equilíbrio. Se a este átomo fazemos aproximar um segundo átomo, originalmente em equilíbrio, o núcleo do segundo átomo exercerá uma atração sobre a eletrosfera do primeiro e o núcleo do primeiro exercerá também atração pela eletrosfera do segundo, de modo que ambos se aproximam até que se fundem as eletrosferas em torno dos dois núcleos formando uma nova partícula química, a molécula. Note-se, isto é importante, que na molécula não persistem os átomos. O que permanecem são os núcleos e os elétrons num novo estado

de equilíbrio. Dizia-se, por exemplo, que a molécula da água era formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio quando o átomo significava partícula homogênea. O que hoje podemos dizer é que uma molécula de água é formada por dois núcleos de hidrogênio e um de oxigênio centrado numa eletrosfera de dez elétrons. **Esta partícula é tão indivisível quanto o átomo.**

A evolução posterior do conceito do átomo, a partir das descobertas do elétron e do núcleo, foi muito rápida e cada vez menos ligada à partícula homogênea. Mas, foi decisivo concebê-lo como um sistema de forças ou de ondas em equilíbrio, porque é sobre isto que repousa a verdade de ser a molécula, a partícula fundamental da química. É dela que imanam as propriedades dos corpos (das substâncias) e não dos átomos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É interessante considerar que formulações feitas por filósofos na antiguidade, como as de Demócrito e Leucipo, por exemplo, foram fundamentadas não por experimentos mas por observações intuitivas filosóficas que ficaram adormecidas por muitos séculos. Porém, conhecimentos oriundos dos manuscritos de Demócrito foram de real importância para o surgimento de uma teoria realmente científica sobre a constituição da matéria, além da crença nas leis da conservação da massa e da composição definida que seriam defendidas pelo inglês

John Dalton no começo do século XIX e o ajudariam na concepção de uma teoria que explicaria estas e outras generalizações.

O surgimento de um novo cenário na ciência a partir do aperfeiçoamento do pensamento humano: as ciências progrediram porque os filósofos observaram melhor e puseram, na sua linguagem, a precisão e a exatidão que tinham posto nas suas observações; corrigiu-se a língua e raciocinou-se melhor. (CONDILLAC, *apud* LAVOISIER, 2007 [1789], p. 25).

É um ponto importante na evolução e constituição dos modelos atômicos: a medida e a análise.

Muitas das idéias básicas que fazem parte da teoria de Dalton ainda são aceitas hoje em dia, embora saibamos que átomos são formados de pequenas partículas e que, devido à existência de isótopos, todos os átomos de um dado elemento não têm a mesma massa. Contudo, Dalton deixou dúvidas em vários pontos, por exemplo, na distinção entre um átomo e uma

molécula; isto o levou a propor fórmulas incorretas para certos compostos. Ainda assim, sua contribuição para o entendimento químico foi de grande valor; não somente foi capaz de fornecer respostas satisfatórias para alguns problemas químicos complexo, mas também forneceu estímulos ao mundo científico para começar a pensar seriamente sobre a existência dos átomos (RUSSELL, 1994 [1929], p. 207).

Apesar de acreditarmos na existência de átomos há muitos anos, muitas das evidências são completamente indiretas. Entretanto, em 1980, versões do microscópio eletrônico de alta resolução foram desenvolvidas com suficiente poder de resolução para mostrar a posição de átomos em certos sólidos. As imagens produzidas por meio destas técnicas oferecem uma base forte, quase direta, para se acreditar que os átomos são verdadeiros (RUSSELL, 1994 [1929] p.52).

Russell confirma que foi através de evidências indiretas e, como já dito antes, as leis da conservação da massa, a das proporções definidas, a das proporções recíprocas e a das proporções múltiplas impuseram a existência de partículas e, como foram concebidos os átomos. Mas a unificação dessas leis, adveio com a teoria atômica de Dalton que introduziu uma notação moderna, isto é, uma notação em que os símbolos significavam os elementos e seus átomos.

Outra observação importante é a limitação que impõe a tecnologia aos conhecimentos da ciência.

Enfim, observamos que o significado pode alterar-se, tomar novas formas, ampliar o campo de significação para adequar-se ao momento histórico. Não é possível compreender que a ciência se desenvolva sem o desenvolvimento da língua. O átomo dá-nos um magnífico exemplo do significado em movimento. Evoluiu de uma hipótese antiga sem sustentação experimental, para uma hipótese moderna baseada em evidências experimentais: as leis ponderais da química. O significado como a língua, não é uma coisa estática, imutável, ao contrário está em constante evolução. Se isto não ocorre, o significado deixa de existir e, por consequência, o signo também. Porém existem limites para semântica. O significado deve adequar-se aos conhecimentos contemporâneos, ultrapassar os limites históricos, devem ser avaliados pelo trabalho experimental e novos aspectos da ciência; e por fim, pela crítica no processo de comunicação científica.

A invenção do arco tinha sido a obra de um homem de gênio; a formação de uma língua foi obra da sociedade inteira. (CONDORCET, 1933)

AGRADECIMENTOS

In Memoriam de Miguel Cunha Filho, grande Mestre e Educador que me possibilitou inserir no estudo sobre línguística e linguagem da ciência. Foi meu orientador, em dezembro de 1995, na monografia intitulada: A LINGUAGEM DA QUÍMICA - ORIGEM E DESENVOLVIMENTO. O trabalho, A PROPOSTA DE UMA SEMÂNTICA QUÍMICA é uma ampliação dessa primeira proposta apresentada ao curso de Especialização em Metodologia da Pesquisa em Educação, UFC, 1995.

REFERÊNCIAS

CARO, L. T. **De Rerum Natura**. Tradução: Antonio José de Lima Leitão. Lisboa/Portugal. Ed. Cultura, 1853.

CHASSOT, A. I. **A Ciência Através dos Tempos**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2004.

CONDILLAC, E. B. **Lógica**. São Paulo: Nova Cultural, 1984

CONDORCET. **Esboço de um quadro Histórico dos Progressos do Espírito**. Campinas: São Paulo: Editora da Unicamp, 1933.

DAMPIER, W. C. **A History of Science**. 3.ed. Londres: Cabridge University Press, 1946.

LAVOISIER, A. L. **Elements of Chemistry**. Encycloepadia Britannica, EUA, 1952. Great Books of the Western World, volume 45, p.41.

_____. **Tratado Elementar de Química** Tradução L. S. P. Trindade. São Paulo: Madras, 2007 [1789].

LEICESTER, M. H. **The Historical Background Of Chemistry**. New York: Dover Publications, Inc. 1971.

LEGRAND, G. **Dicionário de Filosofia**. Tradução: Armindo José Rodrigues e João Gama. Lisboa/Portugal. Ed 70, LTDA, 1986.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. Tradução e revisão: Márcia Guekezian et al.1-2.ed.
São Paulo:Pearson Makron Books,1994. Vol.1

WURTZ, A.D. **La Théorie Atomique**. Paris/ França:Librairie Germer Bailliére ET,
1879. Pág 21 - 23