
Mendeleiev

Raquel Gonçalves-Maia

DQB/ Universidade de Lisboa

rmcgonc@gmail.com

CITAÇÃO

Maia, R. G. (2019)

Mendeleiev,

Rev. Ciência Elem., V7(01):014

doi.org/10.24927/rce2019.014

EDITOR

José Ferreira Gomes,

Universidade do Porto

EDITOR CONVIDADO

Paulo Ribeiro-Claro,

Universidade de Aveiro

RECEBIDO EM

13 de fevereiro de 2019

ACEITE EM

14 de fevereiro de 2019

PUBLICADO EM

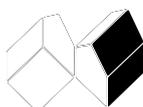
12 de março de 2019

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2019.

Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



Dmitri Mendeleiev, ao escrever o livro de texto “*Os Princípios de Química*”, auxiliar precioso para as suas aulas, imprimiu-lhe uma planeamento metodológico. O livro foi publicado em 1869. Numa única página, o mestre esquematizou o seu sistema organizacional. Tomou o nome de “Tabela Periódica” e, em permanente renovação, tem vindo a guiar-nos há 150 anos. No entanto, o sistema periódico não foi fruto de uma revolução, antes de um processo de evolução gradual. A diferença reside na dimensão, maturidade e formato explícito do trabalho de Mendeleiev. Dedicou-se à pormenorizada elaboração da Tabela, à defesa do valor da lei periódica e à sua internacionalização; não sem alguns sobressaltos que as terras raras e os gases nobres lhe aportaram.

No primeiro Congresso de Química – 1860

A Humanidade levou muito tempo a chegar aos Elementos. Entre a Terra, a Água, o Ar e o Fogo de Empédocles, os 12 signos do Zodíaco, os sólidos platónicos e a “quinta-essência” aristotélica, por um lado, e a lista das 33 “substâncias simples” de Antoine Lavoisier (1743-1794), por outro, decorreram muitos séculos; e, mesmo assim, pelo menos duas das “substâncias simples” de Lavoisier não eram materiais, ou melhor, só o eram “potencialmente”: a “luz” e o “calor”. Estamos em 1789.

Depois, a evolução foi bem mais rápida, mas com alguma perturbação pelo caminho. Um caso típico e muito influente é o do “peso atómico”¹. Seria o “peso atómico” do oxigénio 8 ou 16? Seria a fórmula da água HO ou H₂O? Ao ácido acético chegaram a ser atribuídas 19 fórmulas diferentes, contadas estas por August Kekulé (1829-1896). Amedeu Avogadro (1776-1856) apresentou a solução em 1811. A conhecida “Hipótese de Avogadro” diz o seguinte: *Volumes iguais de qualquer gás, à mesma temperatura e pressão, contêm o mesmo número de partículas*. Não foi entendido, parecia que um “átomo” podia ter mais do que um átomo.

Os químicos andavam desorientados e pediram um congresso. O primeiro Congresso de Química teve lugar em Karlsruhe (Alemanha) em 1860. Finalmente, clarificou-se a noção de átomo e a noção de molécula, todos ouviram o jovem químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910) explicar a Hipótese de Avogadro. A partir daqui, vai ser possível estabelecer uma tabela credível, e única, de “pesos atómicos” dos elementos.

Em Karlsruhe estavam outros jovens: William Odling (1829-1921), britânico, 31 anos, Julius Lothar Meyer (1830-1895), alemão, 30 anos, e Dmitri Ivanovitch Mendeleiev (1834-1907), russo, 26 anos.

¹A designação “peso atómico” que será utilizada neste contexto refere-se, na atualidade, à “massa atómica relativa”.

Na senda do sistema periódico

Quem reconheceu pela primeira vez que as propriedades dos elementos químicos podiam ser função dos seus “pesos atômicos” foi o geólogo francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886). Em 1862, representou os elementos ao longo de uma espiral inscrita num cilindro – o “parafuso telúrico” (*Tellus* significa terra em latim) – de tal modo que a periodicidade das suas propriedades era visível em elementos colocados em geratrizes do cilindro: Li e Na numa, Mg, Ca, Fe, Sr e Ba noutra, por exemplo; não separava os elementos de transição. Talvez por ser geólogo e não publicar em revistas tradicionalmente de química, não esteve em Karlsruhe e o seu trabalho não foi atempadamente reconhecido.

Em 1863 e anos seguintes, o químico britânico John Newlands (1837-1898) agrupou os elementos numa tabela, atendendo à analogia das suas propriedades e em sucessão dos seus “pesos atômicos”. Foi o primeiro a trocar a posição dos elementos iodo e telúrio e a propor uma lei periódica, com um período de 8 elementos. Chamou-lhe “Lei das Oitavas”. Comparou elementos químicos e notas de música e os químicos insurgiram-se ainda antes de compreenderem a inovação que ele trazia. Newlands não detinha um posto académico, nem estivera em Karlsruhe.

O seu compatriota William Odling, a quem já fizemos referência, era um químico distinto e estivera em Karlsruhe. Ao mesmo tempo, mas de forma porventura independente de Newlands, alinhou os elementos pelo “peso atômico” e reconheceu a periodicidade das propriedades químicas – a repetição ocorria com um período de 16 unidades no “peso atômico”. A distinção entre “átomo” e “molécula” fazia toda a diferença. Nas suas considerações de semelhança, Odling sentiu necessidade de separar alguns elementos – principalmente metais de transição – do conjunto fundamental; de forma implícita, antecipava a existência de subgrupos, o que terá o seu desenvolvimento com Mendeleiev.

Em 1864, o professor alemão Julius Lothar Meyer publicou um livro de texto onde inseriu uma tabela com 28 elementos, alinhados de acordo com o aumento dos seus “pesos atômicos”. Tinham-se passado quatro anos sobre a conferência de Karlsruhe, onde, disse-nos ele, “*todas as minhas dúvidas desapareceram*”. São claras as relações dos elementos na horizontal. Faltam ainda 5 anos para Mendeleiev fazer o mesmo. Quando, em 1868, Lothar Meyer preparou uma segunda edição do seu livro, expandiu a tabela de forma a incluir mais 24 elementos, novas famílias e entradas para eventuais novos elementos. A tabela não foi então publicada; desconhece-se a razão. Só em 1895, após a morte de Lothar Meyer, um seu colega finalmente a publicou. Tarde demais.

Em março de 1869, Mendeleiev após terminar o seu livro “*Os Princípios de Química*”², onde apresenta a sua primeira Tabela Periódica (FIGURA 1), expôs em sessão da Sociedade Russa de Química, as suas ideias sobre a classificação periódica dos elementos: “*Os elementos, se organizados de acordo com os seus “pesos atômicos”, exibem uma evidente periodicidade de propriedades*”. E continuou, referindo a disposição em acordo com as valências, os elementos cujos “pesos atômicos” estariam erradamente determinados (iodo e telúrio, para os quais inverteu a posição na Tabela, por exemplo) e elementos desconhecidos que “*devemos esperar que sejam descobertos*”; para estes, avançou valores de “peso atômico” e propriedades características.



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ

	Tl = 50	Zr = 90	? = 180.		
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182		
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186.		
	Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4.		
	Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198		
	Ni = 59	Pd = 106,6	Os = 199.		
H = 1	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200		
Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112		
B = 11	Al = 27,4	? = 68	U = 116	Au = 197?	
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118		
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?	
O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?		
F = 19	Cl = 35	Br = 80	I = 127		
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
	Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207	
	? = 45	Ce = 92			
	?Er = 56	La = 94			
	?Yt = 60	Di = 95			
	?In = 75,6	Th = 118?			

Д. Менделѣевъ

FIGURA 1. Dmitri Mendeleiev e a Tabela Periódica original (1869).

Ainda em março de 1869, enviou 200 cópias da sua Tabela Periódica, que ele mandara imprimir, para químicos de renome na Rússia e no resto da Europa^{1, 4, 5, 6}.

O sucesso de Mendeleiev

Em 1889 Mendeleiev foi convidado pela *Chemical Society* britânica a fazer uma *Faraday Lecture* em Londres³ – uma grande honra. Era, então, o incontestável vencedor da aventura denominada “Tabela Periódica”. Na sua persistente luta pela prioridade, deixara todos os adversários para trás. Mas, pergunta-se, o que fez Mendeleiev que os outros não tivessem já feito? A lei periódica pode ser atribuída a Chancourtois; Newlands e Lothar Meyer trocaram a posição de elementos na Tabela antes de Mendeleiev; Lothar Meyer, embora timidamente, fez previsões de elementos por descobrir; Odling e Lothar Meyer também propuseram a separação dos elementos de transição... A diferença reside em que o trabalho de Mendeleiev engloba todos estes aspetos e a sua versão foi, de longe, a que maior impacto teve na comunidade científica, fruto da sua acérrima e criteriosa divulgação; e, sem dúvida, no facto de três elementos “*que antes dela eram inacessíveis à visão química*” terem sido descobertos em tempo de sua vida: o gálio, o germânio e o escândio, que ele denominara eka-alumínio, eka-silício e eka-boro, respetivamente (eka significa “análogo a”). O gálio foi descoberto pelo químico francês Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912), em 1875, o germânio pelo alemão Clemens Alexander Winkler (1838-1904), em 1886, e o escândio pelo sueco Lars Fredrik Nilson (1840-1899), em 1879.

Outros “elementos” cuja existência foi prevista por Mendeleiev nunca foram encontrados. E muitos foram os elementos que vieram a ser descobertos de que ninguém suspeitava a existência. Terras raras em profusão e um novo grupo, os gases nobres ou raros. Onde acomodá-los? Depois de um período de negação e desânimo, veio a sua in-

trodução lógica entre os halogéneos e os alcalinos ou, por outras palavras, numa nova coluna à direita na Tabela. Esta foi a sugestão de Ramsay que Mendeleiev acabou por aceitar respondendo-lhe, em 1902, que essa colocação era uma "*gloriosa confirmação da aplicabilidade geral da lei periódica*".

É justo reconhecer que Mendeleiev foi mais longe do que os demais. A "essência da prioridade" está subjacente às suas próprias palavras: "*Essa pessoa é justamente considerada como a criadora de uma ideia científica particular que se apercebe não apenas do seu aspeto filosófico, mas do seu aspeto real, e que entende de modo a ilustrar a temática, para que todos se possam convencer da sua verdade. Só então a ideia em si, como matéria, se torna indestrutível*"².

REFERÊNCIAS

¹ Mendeleev on the Periodic Law – Selected Writings, 1869-1905; Jensen, W. B., sel. e ed., Dover Publications, Inc., New York, 2002.

² MENDELEEV, D. I., *Osnovyi khinii*, Vols. 1 e 2, Obshchestvennaia pol'za: St. Petersburg, 1868-1871, em ref. 3.

³ [Mendeleev's Faraday Lecture](#). The Periodic Classification of the Chemical Elements.

⁴ SCERRI, E. R., *The Periodic Table: Its Story and Its Significance*. Oxford University Press, New York, 2007.

⁵ STRATHERN, P., *Mendeleev's Dream. The Quest for the Elements*. Thomas Dunne Books, New York, 2000.

⁶ VAN SPRONSEN, J. W., *The Periodic System of Chemical Elements. A History of the First Hundred Years*, Elsevier, New York, 1969.