

Dimitri Ivanovich Mendeleev visita o Brasil através de livros de química e da mídia impressa (1870-1970)

Dimitri Ivanovich Mendeleev visits Brazil through chemistry books and printed media (1870-1970)

Júlio Carlos Afonso

Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Submetido em 10/07/2019; Versão revisada em 23/09/2019; Aceito em 25/09/2019

Resumo

Este trabalho apresenta uma resenha acerca das citações feitas ao químico russo Dimitri Mendeleev em jornais, revistas e livros de química editados no Brasil ao longo de 100 anos. As primeiras citações focavam suas ideias a respeito das origens do petróleo. Menções à Tabela Periódica surgiram somente na década de 1880. Os maiores impactos da Tabela Periódica no final do século XIX e início do XX foram a descoberta de elementos que vieram a preencher lacunas na classificação de Mendeleev e a criação de uma nova família – a dos gases nobres. A Tabela Periódica começou a ser incorporada ao ensino da química no país a partir da década de 1910, espelhada pela sua inclusão em livros didáticos, programas de concursos para a carreira do magistério e exames vestibulares. Ao contrário da pouca atenção dada à sua morte, eventos comemorativos do centenário de seu nascimento foram realizados por diversas sociedades científicas brasileiras em 1934. Nessa época, Mendeleev já era reconhecido como um cientista de relevância para a história da química, e já havia textos discorrendo sobre a sua pessoa e a Tabela Periódica, elaborados por professores brasileiros, em contraposição à mera tradução de notícias de jornais estrangeiros.

Palavras-chave: tabela periódica; Dimitri Mendeleev; elementos químicos

Abstract

This work presents a review of quotations made to the Russian chemist Dimitri Mendeleev in newspapers, magazines and chemistry textbooks published in Brazil over 100 years. The first quotes focused on his ideas about the origins of petroleum. The Periodic Table began to be mentioned in the 1880s. The major impacts of the Periodic Table in the late XIXth and early XXth centuries were the discovery of elements that filled gaps in Mendeleev's classification and the creation of a new family - that of noble gases. The Periodic Table began to be incorporated into the teaching of chemistry in Brazil in the 1910s, mirrored also by its inclusion in chemistry teaching books, teaching career programs and entrance exams. In contrast to the little attention paid to his death, many events commemorating the centenary of his birth were held by various scientific Brazilian societies in 1934. By this time Mendeleev was already recognized as a scientist of relevance to the history of chemistry and there were texts discussing his person and the Periodic Table prepared by Brazilian teachers, as opposed to translating news from foreign newspapers.

Keywords: periodic table; Dimitri Mendeleev; chemical elements

INTRODUÇÃO

O cientista russo Dimitri Ivanovich Mendeleev (08/02/1834 – 02/02/1907) tem destaque especial por ocasião do Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (*International Year of the Periodic Table of Chemical Elements – IYPT 2019*), definido na 74ª Reunião Plenária da Assembleia Geral das Nações Unidas, em 20 de dezembro de 2017. Com base nessa Decisão, o IYPT 2019 foi aprovado pela Conferência Geral da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) em sua 39ª Sessão.

Desde o final do século XIX é reconhecido que Julius Lothar Meyer (1830-1895) teve a primazia de enunciar as regularidades nas diferenças entre os pesos atômicos dos elementos quando agrupados de acordo com as suas valências e as semelhanças de propriedades. Meyer só veio a publicar os resultados de suas considerações sobre a periodicidade dos elementos em 1870, através de uma representação gráfica ao tentar correlacionar os pesos atômicos e os volumes atômicos (quociente entre o peso atômico e a massa específica ou densidade). Ao traçar a curva resultante, ele percebeu a periodicidade na variação do segundo. Suas concepções são fundamentalmente as mesmas de Mendeleev. Mas a primazia dada a Mendeleev se justifica porque expôs isso de forma mais detalhada e audaz, sendo o primeiro a exibir uma tabela com a ordenação dos elementos então conhecidos, tal como exposto perante a Sociedade Química da Rússia em março de 1869, através do comunicado “Ensaio de um sistema de elementos segundo os seus pesos atômicos e propriedades químicas” (LIBERALLI, 1933). Em suas comunicações, Mendeleev nunca deixou de citar os que lhe precederam na tarefa de propor um arranjo que desse conta das propriedades dos elementos então conhecidos.

Portanto, o IYPT 2019 comemora os 150 anos do estabelecimento dessa tabela, reconhecendo-a como uma das conquistas mais importantes e influentes da

ciência moderna, que reflete a essência não apenas da química, mas também da física, da biologia e de outras áreas das ciências puras. O IYPT 2019 é uma oportunidade para se refletir sobre os muitos aspectos da Tabela Periódica, incluindo sua história, o papel das mulheres na pesquisa científica, as tendências e as perspectivas mundiais sobre a ciência para o desenvolvimento sustentável, além dos impactos sociais e econômicos decorrentes.

A Tabela Periódica pode ser tomada como um dos produtos mais completos produzidos pelo método científico, uma verdadeira enciclopédia compacta, mas contendo todas as informações relevantes para que, a partir da união dos elementos em suas mais variadas combinações, se chegue a novos materiais, novas terapias contra enfermidades, enfim, uma melhor qualidade de vida para a humanidade em respeito ao meio ambiente do qual depende para sua sobrevivência.

Até chegar a esse nível de reconhecimento, o caminho percorrido por Mendeleev e a Tabela Periódica no Brasil foi longo. Com o objetivo de delinear essa trajetória, foi feita uma consulta a jornais e revistas disponíveis na Hemeroteca Digital Brasileira e a livros de química editados entre 1870 e 1970 existentes nos acervos da Biblioteca Jorge de Abreu Coutinho (Instituto de Química da UFRJ) e do Museu da Química Professor Athos da Silveira Ramos (também do Instituto de Química da UFRJ), procurando ao mesmo tempo relacionar os dados obtidos com a situação política, econômica, social e de ensino vigentes no Brasil no momento considerado. Nessa pesquisa foi considerada a ampla variação da grafia do sobrenome do químico russo: além de Mendeleev, foram identificadas mais treze grafias: Mendelejeff (1890-1910), Mendeleef (1900-1940), Mendeleieff (1900-1940), Mendeljeff e Mendeleyeff (anos 1900), Mendelejem e Mendeleeff (anos 1930), Mendeleff e Mendeleif (anos 1940), Mendelejew e Mendelejev (anos 1950), Mendeleief (anos 1960) e Mendelejev (anos 1970).

As primeiras menções a elementos químicos

Na década de 1840 encontram-se em publicações brasileiras disponíveis na Hemeroteca Digital as primeiras listas dos elementos químicos (frequentemente citados como “corpos simples”) então conhecidos (AUXILIAR, 1846). A ordenação, conforme se vê na Figura 1 (REVISTA POPULAR, 1859), não seguia um padrão. Alguns nomes e símbolos foram mais tarde substituídos pelas representações atuais. Certos elementos listados - didímio, pelópio – mostraram-se mais tarde inexistentes (o primeiro é uma mistura de praseodímio e neodímio). É curiosa ainda a representação na forma de “equivalente químico”, o qual era definido como “a quantidade, em peso, que unindo-se a 100 partes de oxigênio, constitui o óxido menos oxigenado” (AUXILIAR, 1846), com base na Lei de Dalton das proporções múltiplas. Em setembro de 1860, por ocasião do 1º Congresso Internacional de Química, em Karlsruhe, Alemanha, ficou decidido, por sugestão do químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910), que o peso atômico (hoje, massa molar) passaria a ser a forma de abordagem dos elementos químicos.

Naquela época, os métodos usados para a determinação dos “pesos atômicos” envolviam: a) a hipótese de Avogadro [Amedeo Avogadro (1776-1856)] e Ampère [André-Marie Ampère (1775-1836)] para elementos gasosos; b) a lei de Dulong [Pierre Louis Dulong (1785-1838)] e Petit [Aléxis Petit (1791-1820)] ou dos calores atômicos; a lei de Mitscherlich do isomorfismo (Eilhardt Mitscherlich, 1794-1863), para substâncias cristalizáveis no mesmo sistema cristalino; d) o processo do máximo divisor comum (proposto por Canizzaro), baseado na combinação de um dado elemento com outros. A partir dos compostos obtidos, com base nas diferentes proporções em que o elemento entrava na combinação com os demais, calcula-se o m.d.c. das massas do elemento, o qual corresponde ao seu peso atômico. As leis fundamentais da química também eram muito empregadas: conservação da massa (Lavoisier),

proporções definidas (Proust), proporções múltiplas (Dalton) e proporções recíprocas (Richter).

1	Oxygeno	O.	100,00	32	Terbio	Tr.
2	Hydrogeno	H.	12,50	33	Manganez	Mn	344,70
3	Azoto	Az	175,00	34	Chromo	Cr.	328,00
4	Enxofre	S.	200,00	35	Tungsteno	Tg.	1150,00
5	Selenio	Se	494,00	36	Mo ybdeno	Mo	589,00
6	Telluro	Te	806,00	37	Vanadio	Vd	855,80
7	Chloro	Cl.	443,00	38	Ferro	Fe.	330,00
8	Bromo	Br	978,30	39	Cobalto	Co.	369,00
9	Iodo	Io.	1578,20	40	Nickel	Ni.	369,70
10	Fuor	Fl.	239,80	41	Zinco	Zn.	406,80
11	Phosphoro	Ph	400,00	42	Cadmio	Cd.	696,80
12	Arsenico	As	937,50	43	Cobre	Cu.	395,60
13	Carbono	C.	75,00	44	Chumbo	Pb.	1294,50
14	Boro	Bo	136,20	45	Bismutho	Bi.	1330,90
15	Sílcio	Si.	266,70	46	Mercurio	Hg	1250,00
16	Potássio	K.	490,00	47	Estanho	Sn.	735,30
17	Sódio	Na	287,20	48	Titanio	Ti.	314,70
18	Lítio	Li.	80,40	49	Tantalo	Ta.
19	Bário	Ba.	858,40	50	Niobio	Nb.
20	Stroncio	Sr.	848,00	51	Pelópio	Pp.
21	Calcio	Ca.	250,00	52	Antimonio	Sb.	806,50
22	Magnésio	Mg	151,30	53	Uranio	U.	750,00
23	Gúncio	Gf.	171,00	54	Prata	Ag	1350,00
24	Alumínio	Al.	87,10	55	Ouro	Au	1227,80
25	Zircônio	Zr.	420,00	56	Platina	Pt.	1232,00
26	Thório	To.	743,90	57	Palladio	Pd.	665,20
27	Ítrio	Yt.	402,30	58	Ródio	Rh.	652,10
28	Cério	Ce.	390,80	59	Iridio	Ir.	1233,20
29	Lantano	La.	388,00	60	Rúthénio	Ru.	646,00
30	Didímo	Di.	620,00	61	Osmio	Os.	1244,20
31	Erbio	Er.	62	?

Figura 1: Lista dos elementos (corpos simples) conhecidos em 1859 (REVISTA POPULAR, 1859)

Surge Dimitri Mendeleev na imprensa brasileira

Fatos relevantes da Química como o 1º Congresso Internacional (1860), a proposição do “parafuso telúrico” (1862) por Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886), a proposta da “lei das oitavas” (1864) de John Newlands (1837-1898), e a concepção de uma tabela por Julius Lothar Meyer passaram em branco na mídia impressa dos anos 1860. Contudo, os “corpos simples” fascinavam os químicos da época: “com tão poucos corpos, se pode combinar para construir a infinidade de substâncias da natureza viva e inanimada” (DIÁRIO, 1864). A classificação dada aos elementos vigente em livros-texto, palestras e comentários era a divisão em metais e *metaloides* (não metais), destacando algumas “famílias” (metais alcalinos, halogênios), e a reatividade relativa entre eles (PINTO, 1872).

Enfim, em 1879, apareceu a primeira citação expressa a Mendeleev: em um artigo sobre a origem do petróleo, assunto que o ocupou na década de 1860. Mendeleev acreditava na sua origem inorgânica, com base na ideia de que os restos vegetais e animais dos

períodos siluriano e devoniano não teriam massa crítica para a produção de petróleo. Ao contrário, a reação da água com carbetos metálicos, especialmente ferro, presentes nas zonas profundas da Terra, produziria os óxidos metálicos, enquanto o hidrogênio liberado reagiria com o carbono, produzindo os hidrocarbonetos que compõem o petróleo (A CONSTITUIÇÃO, 1879). Este assunto voltou à pauta nos anos seguintes (GAZETA DA TARDE, 1888; REVISTA DE ENGENHARIA, 1884), e até mesmo no século XX (O SÉCULO, 1910; CORREIO DA MANHÃ, 1934; CARETA, 1937; DIÁRIO CARIOCA, 1936; A NOITE, 1950). A polêmica entre as origens orgânica e inorgânica do petróleo perdurou até meados do século XX por falta de dados que pudessem indicar com segurança qual seria a origem correta.

Outra citação fora do contexto habitual se refere aos estudos que empreendeu para desenvolver pólvoras para a marinha russa (REVISTA MARITIMA, 1902).

Foi aparentemente em 1884 que se verificou a primeira citação que relacionava Mendeleev à Tabela Periódica, referente a uma obra de Química Geral elaborada por Álvaro Joaquim de Oliveira (1840-1922), professor da Escola Politécnica (atual Escola Politécnica da UFRJ), publicada no ano anterior (REVISTA DE ENGENHARIA, 1884). O autor explica a “classificação de Mendeleev” e cita que, apesar de apresentar deficiências (sem explicá-las), ela tinha o mérito de limitar a quatro a atomicidade dos elementos (formação de óxidos de estequiometria máxima MO_4 e hidretos MH_4).

O preenchimento de espaços vazios da tabela de Mendeleev

De um modo geral, a descoberta de novos elementos sempre foi relatada na mídia impressa. De fato, a descoberta do gálio, o primeiro dos elementos a preencher uma das lacunas da tabela de Mendeleev, teve razoável cobertura (O GLOBO, 1875, 1876a, b;

DIÁRIO, 1876; GAZETA, 1876). Destacavam-se: o seu baixo ponto de fusão ($29,5^\circ\text{C}$), a dificuldade de isolar 0,1 g a partir de mais de 400 kg de minério de zinco, o fato de ser o mais fusível dos metais depois do mercúrio, e o seu posicionamento entre o alumínio e o índio. Apesar desta última citação, nenhuma menção direta à tabela foi feita.

A respeito do gálio, quando Boisbaudran o descobriu, Mendeleev escreveu uma carta à Academia de Ciências de Paris indicando que aquele elemento seria o eka-alumínio que ele previu. Boisbaudran verificou que uma das propriedades físicas do gálio não correspondia às previsões de Mendeleev citadas em sua carta. Este retrucou, afirmando que o gálio não estava suficientemente puro. Boisbaudran repurificou o gálio e repetiu os ensaios, e constatou que Mendeleev estava certo (A.G.S., 1950).

A descoberta do escândio, em 1879, não teve menção alguma. Finalmente, quando da descoberta do germânio (SOUZA, 1886; REVISTA DE ENGENHARIA, 1886), é que se cita pela primeira vez a relação da descoberta de um elemento com um espaço vazio na tabela periódica de Mendeleev, o qual seria confirmado quando o peso atômico do novo elemento fosse determinado e comparado ao valor previsto pelo químico russo. Essa era o método crucial para saber o comportamento do elemento recém-descoberto em comparação àqueles conhecidos.

A descoberta desses três elementos e a confirmação de suas propriedades com base nas previsões de Mendeleev foi fator muito relevante na aceitação de sua tabela pela comunidade científica daquele tempo (OLIVEIRA, 1894), por confirmar uma de suas conclusões de sua comunicação de março de 1869, e estimulou muitas pesquisas para descoberta de novos elementos para preencher outros vazios da tabela nos anos que se seguiram.

Afora a previsão da existência do escândio, gálio e germânio, Mendeleev previu em 1891, embora com menos convicção, que existiria um elemento abaixo do telúrio de peso atômico ao redor de 212 (Marie e Pierre Curie descobriram o polônio em 1898,

com peso 210 – SILVA, 1939). Ainda em 1871, ele supôs a existência de um elemento entre o tório e o urânio de massa em torno de 235 e que formaria o óxido M_2O_5 . O protactínio, descoberto em 1917, corresponde a essa expectativa (SILVA, 1939).

É importante assinalar que os textos publicados nos jornais nessa época eram traduções de notas publicadas em periódicos europeus, e não considerações feitas por professores ou pesquisadores brasileiros, reflexo do distanciamento da química brasileira em relação ao seu desenvolvimento no velho continente.

O grupo “zero” ou grupo VIII: a primeira evolução da tabela periódica

A descoberta (1894) do argônio (OLIVEIRA, 1894, PHAROL, 1910; CORREIO DA MANHÃ, 1916), seguido de neônio, criptônio e xenônio (1898), juntamente com o hélio (que já havia sido identificado na coroa solar durante um eclipse total em 1868) (REVISTA BRASILEIRA, 1898), repercutiu enormemente, sendo abordada até em jornais de cunho popular. Isso se devia à crença muito forte de que a atmosfera terrestre era composta apenas por oxigênio, nitrogênio (azoto), dióxido de carbono (gás carbônico) e vapor d'água. Para se ter uma ideia dessa repercussão, John William Strutt (Lord Rayleigh, 1842-1919) e William Ramsay (1852-1916) foram laureados, respectivamente, com o Nobel de Física (por suas pesquisas sobre a densidade dos gases mais importantes e pela descoberta do argônio) e de Química (em reconhecimento pela descoberta dos elementos gasosos inertes no ar) no mesmo ano (1904). Não obstante o impacto sobre o cotidiano (pois respirar é um ato obrigatório de nossa sobrevivência), e a caracterização de uma inédita não reatividade química de elementos sob as condições experimentais da época, os químicos e físicos se deparavam com um desafio: onde posicionar esses novos elementos? Graças à determinação de seus pesos atômicos, percebeu-se que eram ligeiramente maiores que os

dos halogênios e mostravam uma progressão semelhante (A NOTICIA, 1900a, 1902). Isso significava a criação de um novo grupo, posicionado à esquerda do grupo dos metais alcalinos, cobre prata e ouro (grupo I) ou à direita do grupos dos halogênios (grupo VII). Era o grupo zero, em alusão à ausência de reatividade nas condições experimentais da época. Se posicionado à direita dos halogênios, era também denominado grupo VIII. Trata-se da primeira grande alteração da tabela de Mendeleev, que não previra o grupo dos gases nobres. Outra consequência foi a necessidade de “readequar os compêndios quanto à composição da nossa atmosfera” (ANOTICIA, 1900a).

A perfeita inserção do “grupo zero” (atual grupo 18), na tabela de Mendeleev a manteve com alta reputação entre os cientistas (JORNAL, 1907). Chegou-se mesmo a fazer a seguinte comparação: “a teoria do sábio russo Mendeleev é para a química o que para a astronomia foram os cálculos que permitiram a Urbain le Verrier [1811-1877] designar um lugar no céu para o planeta Netuno quando ainda nenhum telescópio tinha alcance necessário para o descobrir” (GAZETA, 1908).

O reconhecimento da importância da tabela periódica

Sob o título “As Grandes Invenções”, o jornal “A Notícia”, publicou em janeiro de 1900 que, em uma reunião da AAAS (*American Association for the Advancement of Science*) no ano anterior, seu presidente, Edward Orton [1829-1899], apresentou uma palestra em que citava as invenções que mais tinham influenciado os destinos da humanidade, divididos em dois períodos: da antiguidade ao século XVIII e o século XIX. No primeiro período, contavam-se: o alfabeto, o sistema arábico de numeração, a bússola, a imprensa, o telescópio, o barômetro, o termômetro, o cálculo diferencial, a lei da gravitação, o sistema planetário, a circulação do sangue, o cálculo da velocidade da luz e as bases para desenvolvimento das modernas ciências da química e da eletricidade.

Entre as descobertas e as invenções que iluminavam o século XIX contam-se: a lei da conservação da energia, a teoria nebular, o espectroscópio, o telégrafo, o fonógrafo, o mecanismo de transmissão de germens, os raios Roentgen [raios x], a teoria cinética dos gases, as teorias sobre a origem da humanidade, a descoberta dos anestésicos, as ferrovias, a navegação a vapor, a descoberta das eras glaciais, a lei periódica dos elementos químicos (ANOTICIA, 1900b).

Outra prova da reputação da tabela de Mendeleev foi a organização de expedições para estudar a coroa solar por ocasião de eclipses solares totais. Uma dessas expedições, de 1912, tinha como destino Passa-Quatro (MG), onde astrônomos britânicos buscavam analisar a região verde do visível, onde se localizava uma linha espectral não correlacionada a qualquer elemento conhecido na Terra. Havia uma proposta de que isso correspondesse a um elemento desconhecido, o “corônio”, mais leve que o hidrogênio, membro da família dos gases nobres, e candidato a preencher uma das lacunas do sistema de Mendeleev (JORNAL DO COMMERCIO, 1912; A IMPRENSA, 1912). Somente na década de 1930, Walter Grotrian (1890-1954) e Bengt Edlén (1906-1993) interpretaram que a linha espectral a 530,3 nm era devida a íons ferro altamente ionizados (Fe^{3+}); outras linhas incomuns no espectro coronal também são atribuídas a íons altamente carregados devido à alta temperatura da coroa solar (MORISON, 2008).

Nessa época, em programas de cursos e concursos, era comum a expressão “classificação dos elementos”, o que não significava necessariamente ser alusiva à Tabela Periódica de Mendeleev. Na maior parte das situações, tratavam-se das classificações tradicionais (compostos inorgânicos ou minerais e orgânicos, metais e não metais ou metaloides). Os metaloides eram subdivididos (TEIXEIRA, 1918) de acordo com a classificação de Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), em famílias segundo a valência máxima e que podiam assumir (monovalentes como os halogênios; divalentes como os calcogênios; trivalentes como o boro; tetravalentes como carbono e

silício, e pentavalentes como fósforo, arsênio, antimônio). Os metais eram subdivididos em oito classes segundo a classificação de Louis Jacques Thénard (1777-1857), que avaliava a reatividade dos metais frente à água em condições diversas de temperatura e acidez (meio ácido a alcalino). Os metais iam desde os alcalinos até os nobres; outra classificação faz apelo à valência como no caso dos metaloides: monovalentes como os alcalinos até hexavalentes como molibidênio, cromo e tungstênio (TEIXEIRA, 1918). Menções explícitas a Mendeleev só apareceram em programas de concurso por volta de 1920. Como exemplo, para o concurso de admissão de engenheiros navais da Marinha do Brasil, um dos pontos de química geral era a “descrição do sistema de Mendeleev” (RELATÓRIO, 1923).

A inserção da Tabela de Mendeleev em livros didáticos foi um processo lento. Havia obras que não a citavam ou que a citavam sem um desenho ilustrativo. Certos autores publicavam versões simplificadas, acompanhadas de um texto resumido, mostrando que no período 1910-1930 a abordagem da tabela era feita essencialmente de modo superficial. Exemplos são a tabela mostrada na Figura 2, na qual os gases nobres e o hidrogênio não aparecem (TEIXEIRA, 1918), e as tabelas das Figuras 3 e 4 (PINTO, 1913; SOARES, 1921), nas quais os gases nobres não aparecem, mais de 10 anos após a descoberta dos mesmos.

Tabelas mais bem elaboradas começaram a aparecer a partir de meados dos anos 1920, como no exemplo mostrado na Figura 5.

Classificação periódica de Mendeleeff

1	2	3	4	5	6	7	8
Li ⁷	Gl ⁹	Bo ¹¹	Cl ¹²	Az ¹⁴	O ¹⁶	Fl ¹⁹	
Na ²³	Mg ²⁴	Al ²⁷	Si ²⁸	P ³¹	S ³²	Cl ^{35.5}	
K ³⁹	Ca ⁴⁰	Se ⁴⁴	Ti ⁵⁰	Va ^{50.3}	Cr ^{52.5}	Mn ⁵⁵	(Fe ⁵⁶ Ni ^{58.5} Co ⁵⁹)
Cu ⁶³	Zn ⁶⁵	Ga ⁷⁰	Ge ⁷²	As ⁷⁵	Se ⁷⁹	Br ⁸⁰	
Rb ^{85.2}	Sr ^{87.5}	Yt ^{89.5}	Zr ⁹⁰	Nb ⁹⁴	Mo ⁹⁶		(Ru ¹⁰⁴ Rh ¹⁰⁴ Pd ^{106.5})
Ag ¹⁰⁸	Cd ¹¹²	In ^{118.4}	Sn ¹¹⁸	Sb ¹²⁰	Te ¹²⁶	I ¹²⁷	
Cs ¹³³	Ba ¹³⁷	La ^{138.5}	Ce ¹⁴¹				
		Yb ¹⁷³		Ta ¹⁸²	Tu ¹⁸⁴		(Os ¹⁹⁰ Ir ¹⁹³ Pt ¹⁹⁵)
Au ¹⁹⁷	Hg ²⁰⁰	Tl ²⁰⁴	Pb ²⁰⁴	Bi ²⁰⁸			
			Th ²³²		U ²³⁴		

Figura 2: Classificação Periódica de Mendeleev simplificada (TEIXEIRA, 1918)

construir uma tabela periódica: em espiral, pirâmide (usada por Niels Bohr [1885-1962] em seus estudos sobre a estrutura do átomo), circular, mas, embora fossem capazes de eliminar vários dos problemas da representação tradicional, criavam outros que solapavam suas virtudes. O modelo de Andreas von Antropoff (1878-1956), proposto em 1926 (Figura 7), é um desdobramento da representação clássica de Mendeleev, e foi amplamente adotado em livros-texto (ANTROPOFF, 1926): a partir do quarto período, os grupos I a VII subdividiam-se em IA, IB, IIA, IIB etc., notação que prevaleceu até 1986, quando a IUPAC adotou o atual sistema de numeração dos grupos, de 1 (metais alcalinos) a 18 (gases nobres). O posicionamento da atual série lantanídea (as antigas "terras raras") era outra dificuldade (LIBERALLI, 1933): apesar da semelhança química entre esses elementos (fruto da chamada contração lantanídea) a diferença de massa molar entre o lantânio e o lutécio (primeiro e último membros da série) excedia a 25%, afora o fato de que a construção dessa série foi um processo demorado face à complexidade da separação entre eles. Antropoff os inseriu como um desdobramento da posição ocupada pelo lantânio (subgrupo IIIB) em sua tabela. Por fim, qual seria o lugar certo para posicionar o hidrogênio, visto que tem propriedades que o aproximam dos metais alcalinos e dos halogênios? Na maioria das representações, esse elemento é posicionado no grupo I, por sua valência, na subcoluna dos metais alcalinos (Figuras 3 a 6).

A partir do avanço e da compreensão da natureza da radioatividade e da estrutura atômica, começaram a suscitar discussões sobre a possibilidade de existir elementos com número atômico superior ao do urânio, o que viria a se confirmar em 1940 com a descoberta do neptúncio e do plutônio.

Até hoje, o homem produziu artificialmente 26 elementos de número atômico superior ao urânio, coisa que certamente Mendeleev jamais sonhou. Até quando a saga de produzir elementos superpesados chegará ao seu limite?

Figura 7: Tabela Periódica de Andreas von Antropoff, versão de 1938, atualmente no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Imagem do autor

A morte de Mendeleev

Sua morte, em 1907, quase passou despercebida. O Jornal do Brasil a noticiou 40 dias depois do ocorrido (JORNAL DO BRASIL, 1907): “A ciência acaba de sofrer uma grande perda. Faleceu ultimamente em São Petersburgo Dimitri Ivanovitch Mendeleieff, químico de fama mundial. Nasceu na Sibéria, Toblosk, em 1834; completou seus estudos de ciências naturais em Paris e entrou para o laboratório de Wurtz (...) um dos célebres químicos de então.

Mendeleieff dedicou-se ao estudo especial dos petróleos; deixando depois o laboratório de Wurtz foi primeiro à Pensilvânia e depois ao Cáucaso a fazer estudos no local, sendo depois chamado ao ensino de química na Universidade de São Petersburgo (...).

O seu maior título de glória e de fama o adquiriu com a elaboração da “teoria da lei periódica dos elementos químicos”, um complexo de pesquisas e de considerações que fizeram época, não somente no campo da química, mas também no da filosofia da natureza.

Havia muito tempo que os químicos procuravam uma teoria que explicasse de modo satisfatório as diferenças de propriedades físicas que apresentavam os chamados “corpos simples”. (...) Foi Mendeleieff que, em 1869, demonstrou que essa contradição era apenas aparente: bastava, efetivamente, agrupar os corpos simples não segundo a ordem progressiva

dos seus pesos atômicos, mas segundo certos períodos. (...) A classificação de Mendeleieff foi chamada “teoria da lei periódica”.

Os serviços que ela prestou à ciência foram enormíssimos. (...) Encontravam os químicos certas falhas na classificação de Mendeleieff, fato é que certos corpos simples que segundo a teoria deveriam existir para completar os vários períodos e algumas das famílias não eram na realidade conhecidos. Mendeleieff não hesitou em afirmar que, procurando-se melhor, eles seriam encontrados e, efetivamente, os chamados “elementos hipotéticos” foram mais tarde descobertos, como por exemplo, o gálio, o germânio e o escândio. Também entram perfeitamente na lei periódica estabelecida pelo falecido químico o hélio e o argônio. (...)

Mendeleev foi agraciado com o prêmio Demidov (concedido pelo Império Russo, 1862), a Medalha Davy (concedida pela Royal Society de Londres, 1882) e a Medalha Copley (a mais alta condecoração da Royal Society, 1905). Ele foi indicado ao Prêmio Nobel de Química em 1905 e 1906, mas acabou preterido, respectivamente, em favor do alemão Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Bayer (1835-1917) e o francês Henri Moissan (1852-1907). Por outro lado, o Nobel de Física de 1945 foi concedido a Wolfgang Pauli (1900-1958) porque o princípio que leva o seu nome tem sido extremamente útil para a compreensão do sistema periódico e para a interpretação dos seus aspectos (CORREIO DA MANHÃ, 1945). Há que citar ainda o elemento 101, descrito pela primeira vez em 1955 pela equipe de Glenn Seaborg. Sendo o primeiro elemento após a primeira centena, foi decidido que o elemento seria nomeado "mendelevium" em homenagem a Mendeleev. Como essa descoberta ocorreu durante a Guerra Fria, Seaborg teve que solicitar permissão ao governo dos Estados Unidos para propor que o elemento fosse nomeado para um russo, o que foi acatado (CHOPPIN, 2003). "Mendelevium" foi aceito pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) em 1955 com o símbolo "Mv", que foi alterado para "Md" na

Assembleia Geral da IUPAC de 1957.

O centenário de Mendeleev

O centenário de seu nascimento foi celebrado por sociedades científicas (Academia Brasileira de Ciências, Associação Brasileira de Farmacêuticos e Sociedade Brasileira de Química, a *alma mater* da Associação Brasileira de Química de hoje). É uma situação muito diferente daquela vista quando da sua morte, 27 anos antes.

Em 15 de agosto de 1934, perante numerosa assistência que lotou o Sylogeu Brasileiro, o médico (e sócio) José Antônio de Souza Vianna, depois de pesquisar minuciosamente a trajetória de Mendeleev, incluindo acesso a algumas fontes primárias, proferiu a conferência “Centenário de Mendeleev”, em uma reunião ordinária da Sociedade Brasileira de Química, a qual teve ampla cobertura da imprensa (CORREIO DA MANHÃ, 1934; JORNAL DO COMMERCIO, 1934). Ela foi estruturada em duas partes: na primeira, o conferencista traçou as condições necessárias para que “um homem da ciência” seja considerado “um verdadeiro sábio”; na segunda, que ocupou a maior parte do tempo, ele descreveu em detalhe a vida de Mendeleev, procurando ressaltar seus aspectos pessoais, para entrar em seguida na questão da Tabela Periódica. Ele transcreveu as próprias afirmativas de Mendeleev para assinalar a convicção da previsão da descoberta de certos elementos, mais tarde confirmada com as descobertas dos mesmos, fazendo com que sua tabela figurasse entre as conquistas marcantes da ciência. O texto integral da conferência é transcrito a seguir (VIANNA, 1934,1936).

Jornal do Commercio, Rio de Janeiro,

7 de outubro de 1934

CENTENÁRIO DE MENDELEEFF

Conferência feita na Sociedade

Brasileira de Química

pelo Dr. J. A. Souza Viana,

na sessão de 15 de agosto

A figura do Sábio – Sendo a nossa reunião do dia de hoje, exclusivamente destinada a comemorar o centenário do nascimento da ciência, iniciaremos a presente oração por breves considerações sobre o modo de ser do Sábio, autêntico, que pressupõe, necessariamente, a existência de um tríptico ideal, qual seja, e de concorrer para o progresso da ciência, e de elevar o nível científico da classe dos estudiosos professando ou escrevendo e, finalmente, o de penetrar profundamente na espera dos valores dos valores onde reside o verdadeiro sentido das supremas aspirações do espírito. Esse tríptico ideal domina o drama da vida do sábio, eu na ânsia de expandir a sua rica e fecunda imaginação criadora, rasga para a ciência novos e imprevistos horizontes, deixando gravado em todos os pontos onde repousou a sua inteligência o selo da originalidade, dissipação a nuvem e pondo a descoberto o CEO azul da verdade. A potência da sua organização espiritual, porém, não o deixa tranquilo. Procura incessantemente, novos motivos e novas descobertas cedem ao impacto de sua genialidade e do seu talento. A glória o persegue, mas ele a despreza porque ama a verdade e a perquire em toda parte.

As suas emoções ao sentir-se tão próximo da bem – amada despertam-lhe o desejo de trazer ao seu convívio os que se encontram dela afastados. E, assim, sua alma se entrega ao nobre mister da evangelização – Alma do educador, Alma de artista, Alma de santo – que, nos momentos de desespero e desilusões – reconforta, enleva e purifica. E quando verificamos que toda essa projeção do Eu no mundo social criando, vitalizando e orientando, obedece ao impulso sereno e harmonioso de um espírito necessariamente sadio e equilibrado, não podemos deixar de lamentar aos que desprezando o seu influxo bem-fasejo preferem aderir inconscientemente aos ensinamentos dos profetas da decadência e da dissolução, dos vencidos e dos medíocres - fantasmas de uma geração inerte – porque a vida é juventude, é entusiasmo, é esperança, é realização, harmoniosamente orientados no sentido da conquista

e da superação dos valores sociais e Moraes, que nos foram legados pelas civilizações passadas. O traço predominante da personagem de Mendeleeff enquadra-se de algum modo no do tipo romântico de Ostwald (grosse Manner), que assim descreve: “Os românticos trabalham rapidamente, distinguindo-se dos clássicos por uma fecundidade muito maior, mas também por uma maior superficialidade. Ao passo, que o clássico limita deliberadamente o seu tema, procurando aprofundá-lo o mais possível; as investigações do romântico se caracterizam, principalmente, pela abundância e variedades dos temas e questões que aborda. Ao mesmo tempo, os românticos são muito mais ágeis e expansivos. a meude possui em grau elevado o dom da exposição. E nós sabemos quanto foi notável Mendeleeff por suas aulas cheias de inspiração, que arrebatavam e prendiam a atenção dos seus discípulos.

E são capazes, não só de inspirar-se a si mesmo, como também, de inspirar aos demais, contagiando-se do seu interesse pela matéria, tal como o faz Mendeleeff nos seus “Princípios de Química”, que é um verdadeiro tesouro de ideias, que muito valeu aos que nele buscavam sugestões para novas descobertas. Por isso angariam um auditório muito mais vasto e um maior número de discípulos e sequazes. Sirva-nos de exemplo os casos do romântico Schelling e do clássico Negel Oude S. Boaventura e S. Thomaz d'Aquino. “Na ciência, os românticos são geralmente revolucionários, interessam-se principalmente pelas esferas pouco investigadas, esforçando por descobrir novas e vastas perspectivas nas mesmas, ao passo que os clássicos em sua maior parte, os matérias já preparados criando com eles um todo estruturado e definido”. Esta singela imagem permite-nos concluir que o descobridor da lei periódica foi, concomitantemente, um romântico e um clássico.

A vida do Sábio, entretanto, não se reduz, apenas, aos reflexos da sua inteligência e das suas tendências projetadas no conjunto da sua obra. Há sempre uma face da vida que escapa a nossa

indagação, mesmo daqueles que nos deixaram as suas autobiografias. E a historia do drama intimo da vida, que determinada por múltiplos fatores desenvolve uma luta tremenda numa preocupação constante de libertação. A influência perpetua da alma da raça e da alma do povo, da família e da escola, da posição social e do fundo espiritual inato, e ainda de todo o complexo biotipológico e das condições do meio ambiente, tais são as influencias determinantes que seriam interessantes analisar na formação da personalidade de Mendeleeff.

O biografo começaria interrogando e procurando interpretar o eslavo nascido em 7 de fevereiro de 1834, em Tolbobsk, em pleno coração da Rússia. Cidade onde se ergue majestoso no centro de uma praça, o monumento do cossaco conquistador da Sibéria, Iermak: onde os rios gelam durante 9 meses, toda cercada de imensas florestas. Pátria dos banidos condenados pelo governo da Rússia, outrora caminho forçado pela Sibéria. Foi ali que Mendeleeff passou a sua infância e a primeira fase da sua juventude até terminar o curso de ginásio. Infelizmente, por carência de dados biográficos nada podemos adiantar sobre esse período da sua vida e que seriam altamente instrutivos.

Mendeleeff aparece na historia durante o período dos grandes movimentos socialistas e das grandes convulsões nacionais que agitaram todo o continente europeu, assinalando a revolta dos oprimidos pelas reivindicações dos seus direitos e das suas liberdades sonegadas. Nasceu no reinado de Nicolau I, o inimigo implacável das ideias revolucionárias, que fechou a Rússia a todo o influxo intelectual estrangeiro e que num requinte de compressão proibiu aos intelectuais russos irem buscar em outros países as luzes do conhecimento, excluindo, portanto, a possibilidade de se estabelecer o intercâmbio científico, que tanto favorece e fomenta o desenvolvimento da ciência. Basta lembrar os casos de Dostolewsky e dos igualmente ilustres pensadores Aksakov, Hersen, Bielinsky e Solovlov, que foram atrozmente perseguidos pelo simples fato de se

reunirem para a leitura dos livros provindos do ocidente e pelas ideias liberais que sustentavam.

Este estado de coisas teria conduzido a Rússia a um futuro sombrio se com o advento do reinado de Alexandre II as diretrizes governamentais não tivessem tomado rumo diverso. Fiel, por principio as ideias de seu pai de que foi incansável auxiliar, porém influenciado pela formação mental que recebera do seu preceptor Jouhosky, empreendeu Alexandre uma serie de reformas consagradas do celebre manifesto de 19 de fevereiro de 1861 o czar Alexandre III, cognominado o pacifico, que consegue extinguir praticamente o terrorismo. A mentalidade universitária atraente influenciada pelos novos ideais resultantes das conquistas liberais e mais consciente da mesma devido ao florescimento da ciência e das artes, numa investida crescente contra os princípios de autocracia que jamais deixou o pensamento monárquico, move uma ação intensa contra o governo que veio a se agravar coma fome e a miséria dos tristes anos de 1891 e 1892. Foi diante desse cenário que assume as rédeas do governo o infeliz Nicolau II em 1894 e que após promover duas conferencias da paz (sempre as conferencias da paz), entra logo depois em luta contra o Japão que, até esta data, acreditava-se, sem expressão militar, que lhe inflige dura derrota abalando profundamente o prestígio da Rússia junto às demais potências.

O resto é dos nossos dias e escapa a observação do sábio Mendeleeff que veio a falecer a dois de fevereiro de 1907. Pois bem, foi neste ambiente de lutas intensas que a plasmou e transcorreu a personalidade e a vida do grande químico. É possível que a sua alma tenha permanecido impassiva de ante de tão formidáveis acontecimentos para ficar confiada literalmente nos altos problemas que a ciência lhe impunha?

É bem possível, porém acreditamos que o notável professor tenha exercido grande influencia junto aos seus discípulos mais próximos a julgar pelas atitudes tomadas pelos universitários e pelos seus trabalhos

que tiveram um grande alcance econômico-social.

Terminando os seus estudos secundários na terra natal dirigiu-se Mendeleeff para a capital da Rússia, matriculando-se no instituto pedagógico, de St. Petersburgo, instituição destinada à formação do professorado secundário. Tendo exercido por algum tempo a atividade de professor, ingressou na universidade de St. Petersburgo onde logrou conquistar brilhantemente o grau de Magister Chemiae, em 1856, isto é, aos 22 anos de idade. Foi durante o seu último ano de vida acadêmica que iniciou as suas pesquisas sobre os volumes específicos, estimulado pelos trabalhos de Hermann Kopp, o autor das obras magistrais sobre a história da química (*Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit e Geschicht der Chemie*), que por seus trabalhos relativos aos volumes específicos dos líquidos e tantos outros publicados nos *Annalen der Chemie und Pharmacie*, pode ser considerado o fundador da física molecular, termo este mais tarde consagrado na ciência por John Tyddal na obra “*Contributions to molecular Physics*”, publicada em Londres em 1872.

Depois de concluir o seu curso universitário, partiu Mendeleeff para Heidelberg onde permaneceu durante dois anos. Voltando à Rússia, foi nomeado professor de química no instituto tecnológico de St. Petersburgo e conquistando finalmente aos 32 anos de idade a cadeira de química da universidade de St. Petersburgo.

Este ligeiro apanhado da sua vida mostra-nos quanto foi extraordinária a sua dedicação aos estudos, e sobretudo o seu talento se atentarmos um pouco no fato de sua descoberta da lei periódica logo depois, isto é, aos 35 anos de idade.

Embora mais conhecido pelos seus trabalhos sobre o sistema periódico, sabe-se que a sua atividade científica projetou-se nos mais variados domínios da química e mesmo fora dela são conhecidas as suas importantes contribuições à geologia e à mineralogia. Muito lhe deve a físico-química e a filosofia da química.

São conhecidos os seus estudos sobre a ação de contato, sobre a elasticidade dos gases em

colaboração com seus discípulos, sobre a destilação fracionada, sobre a solução, sobre a combustão das substâncias orgânicas, e tantos outros que seria longo enumerar. A sua hipótese sobre a origem do petróleo teve grande aceitação. Segundo a sua teoria de emanação a água penetrando nas fendas da terra entraria em contato com os carburetos metálicos altamente aquecidos na piroesfera, formando óxidos metálicos e hidrocarbonetos gasosos, que por condensação nas porções frias da crosta terrestre transformar-se-iam em petróleo. Hipótese que postula uma fonte orgânica para a origem do petróleo em oposição a de Engies que sustenta provir o mesmo de animais marinhos após uma série de transformações químicas.

Mendeleeff não foi um empírico, nem um audacioso como sustentam alguns críticos superficiais e para nos certificarmos disso basta ler o prefácio da terceira edição russa dos seus princípios de química, e sobretudo o que diz na sua celebre segunda memória onde sustenta com firmeza as propriedades que deveriam apresentar os elementos a serem descobertos e que o distingue de quantos se preocuparam com o sistema dos elementos. No referido prefácio diz “Os dados práticos experimentais ocupam o seu lugar, porém os princípios filosóficos da ciência química formam o tema básico da obra”. E mais adiante: “Procurei despertar no leitor um espírito de pesquisa, que insatisfeito com os raciocínios especulativos deverá sujeitar cada uma das ideias à experiência e exercitar o habito do trabalho pertinaz que vai do conhecido ao desconhecido, evitando igualmente o violo dos extremos perniciosos, a utopia, uma contemplação visionária que procede tão somente de uma corrente de pensamento e a estagnação realista, que se contenta, unicamente, com os fatos simples...” E relativamente aos elementos ainda desconhecidos diz:

“Descrereverei a propriedade de certos elementos cuja descoberta é esperada, a fim de assegurar a justeza da lei periódica; ainda que somente realizada no futuro”.

Passa então a escrever as propriedades do eka-boro, do eka-alumínio e do eka-silício, respectivamente, o escândio, o gálio e o germânio, que foram plenamente confirmadas posteriormente. Estes fatos que despertaram um grande entusiasmo e admiração pela obra desse grande químico resultam mais de uma previsão consciente de que o arrojo de uma ideia diretriz, embora a classificação natural e a lei periódica tenham tido os seus fundamentos na síntese das analogias que como método é na verdade mais um pensamento diretor, uma antecipação, do que mesmo uma prova.

E o próprio Mendeleeff, na sua “Faraday Lecture”, em 1889, nos diz: “A lei periódica foi o resultado direto do conjunto de generalizações dos fatos estabelecidos que se acumularam no fim da década de 1860-1870”. Não quer isto dizer, que a considerava perfeita e acabada e ainda em 1879, escreve – “Espero que para o futuro novas forças se empenharão em dar as premissas fecundas da lei periódica uma nova ordem filosófica apoiando-a em sólidos pilares por novas experiências, que dariam maior estabilidade do edifício começado”.

Do sistema periódico – Não faremos aqui uma história do sistema natural dos elementos desde a sua origem, que a bem dizer tem as suas raízes na filosofia indiana, nas especulações de Kanada, nem iremos buscá-la nos filósofos atomistas na aurora da filosofia grega. Nem tão pouco uma resenha histórica do sistema periódico desde a primeira tentativa de N. H. Marné em 1786, e seguida pelas investigações de J. W. Dobereiner, M. Pettenkofer, W. Odling, J. P. Gladstone, J. A. Newlands, A. Begyer de Chancourtois, ou o de Gustavus Henrichs. Limitar-nos-emos aos trabalhos de Mendeleeff considerando-os até as suas últimas consequências. Não discutiremos também questões suscitadas relativamente à prioridade da descoberta. Porque neste particular nada nos resta fazer se não nos inclinarmos diante do gesto sobremodo elegante e justo da sociedade de química, que não esquecendo os trabalhos de seu compatriota Newlands encerra a discussão concedendo

igualmente aos dois criadores do sistema periódico, Lothar Meyer e Dimitri Mendeleeff, a medalha Davy, que fora instituída para premiar o criador do referido sistema.

A participação nos trabalhos científicos é um fato histórico que mostra e evidencia o sentido social da ciência como síntese da contribuição individual de cada pesquisador na elaboração do seu majestoso edifício. Que não será unicamente franqueado e conhecido da classe eleita, mas acessível a todo curioso, que conduzido por um guia – o divulgador da ciência – lhe mostre os tesouros preciosos que ela guarda dentro de si. Em poucas palavras, a vulgarização do saber de que nos fala Miguel Osorio. Deste saber, que nasce da intuição e da reflexão e postula que a ordem das coisas tem uma raiz na realidade e que tenta compreendê-la por uma redutibilidade do diverso a identidade generalizadora da lei através das oscilações do ritmo dialético do pensamento analítico-sintético. Que se forma por uma reação interna decorrente da preexistência de uma polaridade entre a extensão e a compreensão, entre o racional e o irracional, entre a multiplicidade coerente e a unidade, entre a qualidade e a quantidade. O sentido da ciência moderna do mundo físico, mais do que nunca está orientado e se conta segundo a reta que marca os valores crescentes da extensão. E a compreensão, que se apresenta como uma antípoda da extensão, paradoxalmente, e segundo o ponto de vista atual, resulta de uma síntese levada a efeito na multiplicidade, após uma análise profunda dos dados colhidos do mundo fenomenal da realidade, a qual retrocede sempre quando tentamos desvendar os seus elementos primordiais. É todo o problema da física moderna: da ontologia da matéria com as suas propriedades fundamentais do espaço-tempo, dividida em ondas e corpúsculos a refletir a incerteza e a complementaridade que reina na interpretação dos fenômenos naturais, restringindo o alcance do clássico princípio da causalidade. Todas as descrições dos fenômenos serão expressas a partir de considerações estáticas e conduzirão a uma nova forma de

determinismo relativista. A descontinuidade será mantida como princípio metodológico de conformidade com o máximo de precisão dado pelos aparelhos de medidas e em face da natureza das constantes universais. A síntese e o campo unitário constituirão as aspirações filosóficas, mas o ponto de vista da quantificação prosseguirá com todo o cortejo de equações diferenciais parciais e com todos os operadores.

Porem como estamos a ver, as funções de onda acabam por transpor a zona neutra, patrimônio da extrapolação e surgem os paradoxos, como o de Klein, por exemplo, resultante dos estados de energia negativa a que conduziram as célebres equações de Dirac. Será, pois, possível criar um novo dualismo capaz de interpretar o conjunto, por uma síntese do ritmo e da estrutura do ritmo-estrutura? No presente caso (estrutura da matéria) a nossa estrutura equivale à representação topológica de corpúsculos ou de simples condensações, abstração feita da sua natureza, à semelhança de um campo de forças ou de qualquer outra representação homologa. Realizamos, assim, intuitivamente, um campo ou uma configuração ideal, porque lhe tiramos hipoteticamente qualquer expressão dinâmica. Realizada esta ficção, procuremos intuir a noção de ritmo em primeira aproximação na noção corrente de onda. Digo agora as estruturas evoluem segundo um ritmo prefixado.

Sendo porém a primeira noção complementar quanto a seu modo de ser em relação a segunda, temos a impressão que conduzem a uma incerteza, que transcende, aos recursos de análise, mas seja dito também que esta última não é qualquer coisa do acabado e suscetível de novas adaptações. Porém verificamos que, estudadas sobre um ponto de vista diferente, podemos eleger a uma nova ordem de conhecimentos e por conseguinte a um novo modo de compreensão das coisas. Deixamos de prosseguir na análise por varias circunstâncias imperiosas, e sobretudo em consideração à ciência.

O sábio russo cujos trabalhos marcam uma nova era para a ciência química começou as suas

investigações sobre os pesos atômicos dos elementos e suas propriedades químicas em 1868. Preparou seu primeiro ensaio sobre a “Correlação das propriedades com o peso atômico dos elementos” em março de 1869, qual foi lido aos 6 de março do mesmo ano na Sociedade de Química da Rússia, fundada aos 26 de outubro de 1868, e publicado no primeiro volume do jornal dessa sociedade em 1869. Contém, além da primeira taboa periódica dos elementos, a enunciação da lei periódica sobre a forma de conclusões que transcrevemos:

1 – Os elementos dispostos segundo os pesos atômicos crescentes exibem uma periodicidade evidente de propriedades.

2 – Os elementos que se assemelham em suas propriedades químicas tem pesos atômicos de valor aproximadamente idênticos (platina, ósmio, irídio), ou que aumentam com regularidade (potássio, rubídio, célio).

3 – A disposição dos elementos em grupos na ordem dos pesos corresponde às suas valências como também às suas propriedades químicas características, como é evidente entre outras séries, exemplo, lítio, berílio, boro, carbono, nitrogênio, oxigênio e flúor.

4 – O elemento mais espalhado na natureza deve ser o de menor peso atômico (exemplificado com o hidrogênio).

5 – A magnitude do peso atômico determina as propriedades do elemento, assim como a magnitude da molécula determina o caráter de um corpo composto.

6 – Devemos descobrir alguns novos elementos, por exemplo, elementos análogos ao alumínio e ao silício de pesos atômicos compreendidos entre 65 e 75.

7 – Alguns elementos devem admitir correções relativas em seus pesos atômicos, exemplo: o de telúrio deve estar compreendido entre 128-126 e não 128.

8 – Da tabela acima pode deduzir-se novas analogias entre os elementos.

Prosseguindo nos seus estudos apresentou na

reunião do 3º Congresso de Naturalistas Russos, aos 23-10-1869 em Moscou, sua comunicação posteriormente publicada em relatórios do congresso e intitulada “Sobre o volume atômico dos corpos simples onde expurgando as imperfeições da primitiva tabela apresenta uma nova tabela que deverá ser” – o protótipo de todas as taboas periódicas futuras. Por isso laboram um erro em que afirmam que a forma moderna de taboa periódica dos elementos de Mendeleeff foi dada em 1871 e não em 1869. Tal é o modo de ver de Menschuticin no seu artigo “Early History of Mendeleeff's Periodic Law”, na revista *Nature*, de junho de 1934.

A segunda memória de Mendeleeff foi publicada no primeiro volume do jornal da Sociedade de Química da Rússia em 1869.

A leitura desta nos mostra que Mendeleeff baseava a sua descoberta não só sobre a ideia dos pesos atômicos como também na constância da valência, escutemo-lo:

“Dizer, por exemplo, que o carbono é um elemento tetra-atômico é anunciar uma propriedade fundamental que aparece em todas as combinações. E o principio que diz ser a soma das valências máximas positivas e negativas iguais a 8, comumente atribuídas a Abbege, é na verdade devido a Mendeleeff quando afirma: “Os elementos do 5º grupo dão RH_3 e R_2O_5 , isto é, que são triatômicos em relação ao hidrogênio e penta-atômicos em relação ao oxigênio, e hexa-atômico em relação ao oxigênio, etc.”.

Não obstante as raízes do seu pensamento provinham da crença absoluta sobre a descontinuidade e, por conseguinte, da existência de um número finito de elementos, e que tornava possível a seriação e a representação das relações entre as propriedades dos corpos simples e seus pesos atômicos, por meio de uma função a partir da noção de correspondência de dois conjuntos enumeráveis e finitos. “A lei periódica não deve ser expressa por intermédio de figuras geométricas que supõem sempre a continuidade, mas por um processo semelhante ao que se prega na teoria dos números”.

Pensamento que acompanhou também L. Meyer nas suas tentativas para estabelecer os gráficos representativos das variações do peso atômico dado em abscissa, e a temperatura absoluta, ponto de fusão e volume atômico, e etc., expresso em ordenadas.

A indução que o conduziu a formular a sua lei periódica deve ter sido idêntica a que conduziu o grande Newton a enunciar a sua célebre lei da gravitação, com a hipótese non fingo. Ambos descobriram duas leis fundamentais da natureza, sob as quais se fundamenta em grande parte a filosofia natural.

Aprendemos melhor o seu pensamento lendo este trecho dos princípios da química:

“Se as propriedades dos átomos são funções do seu peso atômico, uma multidão de noções mais ou menos enalçadas em química deve sofrer uma modificação, uma transformação no sentido desta conclusão. Se bem que pareça, a primeira vista que os elementos químicos seja individualidades absolutamente independentes, é preciso substituir atualmente, a esta noção sobre a natureza dos elementos, a da dependência das propriedades dos elementos em função da sua massa, isto é, ver a subordinação da individualidade dos elementos ao principio geral superior que se manifesta na gravitação e em todos os fenômenos físico-mecânicos. Nestas condições, diversas conclusões químicas adquirem um novo sentido e uma nova significação; surgem regularidades já onde elas teriam passado despercebidas. Fato que é verdadeiro em se tratando das propriedades químicas”.

Ainda na sua segunda memória, alude à curta serie de fatos acumulados pelos pesquisadores que lhe antecederam, mostrando destarte como foi conduzido a enunciar a celebre lei periódica. “Do que precede e de outras comparações que efetuei, resulta que todas as funções que indicam como as propriedades dependem do peso dos átomos são funções periódicas.” A principio as propriedades dos elementos se modificam em razão do aumento dos pesos atômicos, e depois se repetem em uma nova

série de elementos, um novo período, com a mesma regularidade que era observada na série precedente

A lei periódica pode, pois, ser formulada do seguinte modo: “As propriedades dos corpos simples, a constituição de suas combinações, assim como as propriedades destes últimos são funções periódicas dos pesos atômicos dos elementos”. Após dividir os elementos em pequenos e longos períodos, e dar a sua segunda tabela, faz ressaltar as analogias que resultam desta disposição assim:

Os metais do oitavo grupo são todos de cor cinzenta e dificilmente visíveis, a fusibilidade aumenta do ferro ao cobalto e ao níquel, do rutênio ao ródio e ao paládio, do ósmio ao irídio e à platina. Possuem volumes atômicos reduzidos em relação aos membros vizinhos. Possuem em alto grau a faculdade de se condensar e de abandonar o oxigênio e etc. Enfim, toda uma química comparada baseada numa multidão de dados físico-químicos. É um esforço gigantesco de codificação do disperso num corpo orgânico estruturado amplamente atingido apesar dos retoques e das extensões que sofreu.

Depois do estudo comparado diz: “o que precede esclarece a natureza da lei periódica. Toda lei natural não adquire uma importância científica senão quando introduz, por assim dizer, consequências práticas, ou em outras palavras se admite conclusões lógicas explicando o inexplicado, fazendo remontar a fenômenos até então desconhecidos, e, sobretudo se provoca previsões que podem ser confirmadas pela experiência.

Em um caso deste gênero, a utilidade da lei é evidente, e é então possível controlar sua exatidão. Esta lei incitará pelo menos a elaboração de novas partes da ciência. Eis porque me proponho estudar atentamente algumas consequências da lei periódica e examinar como se pode aplicar ao sistema dos elementos, à determinação dos pesos atômicos. Chama a atenção para o valor pedagógico e heurístico do sistema dos elementos, os quais ele divide em artificiais e naturais, exaltando as vantagens desse último, fazendo aplicações da sua atomologia a

casos particulares e estudando circunstanciadamente a marcha a seguir nas investigações sobre os elementos, baseada sobre a lei periódica, isto é, apresentando um valioso método de pesquisa científica, o que justifica o que atrás afirmamos, dizendo que as suas obras são uma fonte de inspiração, de sugestões para novas descobertas.

Mas adiante responde à pergunta. O número dos elementos é limitado ou ilimitado?

Dizendo: “Considerando-se que o sistema dos elementos conhecidos até o presente é limitado, e por assim dizer fechado: que os aerólitos, o sol e as estrelas nos ofereçam os mesmos elementos que nos são conhecidos, que as propriedades ácidas desaparecerão paulatinamente à medida que o peso atômico aumenta e ainda que a maior parte dos elementos de peso atômico elevado constituem metais pesados e dificilmente oxidáveis, é de admitir que o número dos elementos que nos são acessíveis é muito restrito e se pode presumir que a descobertas de outros novos metais pesados no interior da massa terrestre é não só limitada em número como em quantidade.”

Enfim quase ao terminar a sua segunda memória dá-nos Mendeleeff a chave do seu pensamento tal qual já expusemos atrás. “Não tenho a pretensão de ter erigido, por meio de considerações que acabo de expor, um sistema definitivo: sei que muitos aperfeiçoamentos e adições são ainda necessários, porém creio que a direção indicada e acima seguida conduzirá mais facilmente que qualquer outra ao fim entrevisto pelos químicos. As hipóteses audaciosas têm para nosso espírito algo de atraente; provocam geralmente um progresso passageiro; mas conduzem na maioria dos casos a conclusões inexatas e caem por si mesmas no esquecimento, sobretudo se não tem a apoiá-las as leis filosóficas, porque é para descoberta de tais leis que devem tender inicialmente os esforços científicos. Ensaiei nos desenvolvimentos que precedem apoiar-me sobre as leis da substituição, dos limites, assim como sobre a lei periódica, e creio que estas leis devem ser tomadas por base em todas

as generalizações sobre as formas de combinação dos elementos.”

O amor devotado à ciência experimental e o horror a toda especulação infundada podem ser apreciados na réplica que fez as investidas de Berthelot. Na sua “Faraday Lecture” diz: “Ele mistura simplesmente a ideia fundamental da lei periódica com as ideias de Proust, dos alquimistas de Demócrito *r e l a t i v a s à m a t é r i a p r i m o r d i a l .*”

Porém a lei periódica, baseada como está, nos fundamentos colhidos e firmes da investigação experimental, envolveu independentemente, de qualquer concepção sobre a unidade da matéria ou sobre a natureza composta do elemento, do que as de Avogadro, ou a lei dos calores específicos ou mesmo as conclusões da análise espectral. Dos sucessos e dos insucessos de muitas tentativas para achar uma prova experimental ou especulativa do caráter composto dos elementos e da existência da matéria primordial, é evidente, segundo a minha opinião, que estas teorias podem ser classificadas entre as utopias. Porém as utopias só podem ser combatidas pela liberdade de opinião, pela experiência e por novas utopias. Na república das teorias científicas é mantida a liberdade de opinião. É precisamente esta liberdade que me permite criticar abertamente a ideia largamente difundida da unidade da matéria dos elementos. As experiências e as tentativas para confirmar esta ideia têm sido tão numerosas, que seria instrutivo reuni-las todas, a fim de se interporem à repetição de antigos insucessos.

No rápido esforço que acabamos de fazer sobre a vida e a obra de Dimitri Mendeleeff procuramos tanto quanto nos foi possível elevar a personalidade de Mendeleeff à altura em que deve ser colocada. Pela figura do sábio autêntico conclui-se que ele o foi em toda a concepção do termo. O traço predominante romântico dá-nos as suas obras, as suas descobertas e a sua atividade professoral. O seu grande amor pela ciência e a sua abnegação podem inferir de seu intenso labor científico apesar das dificuldades que teve de vencer em face da situação política do seu

país, e por outro lado a trajetória brilhante de sua vida até alcançar as mais elevadas posições a que pode aspirar um homem de ciência. O espírito penetrante, claro e filosófico, vemos na síntese e na coordenação do imenso material de que se serviu para chegar às conclusões sobre a lei periódica e nas magistrais obras que escreveu, entre outros e “Princípios da Química Orgânica” e na publicação da primeira Enciclopédia de Química Russa. A probidade científica e a sinceridade, encontramos a cada passo na leitura dos seus trabalhos e nas dos críticos que dele se ocuparam. A sua obra social pode ser apreciada em particular pela influencia que exerceu no desenvolvimento da indústria do petróleo de Baku, que até então não passava de um monopólio com expansão reduzida e rotineira. A sua genialidade e o seu talento transparecem nas previsões e na noção de periodicidade, que indicam as vias a serem seguidas na pesquisa científica e que se mostrou de grande fecundidade apesar de todas as anomalias manifestadas no seio do sistema e de sua lei, como também se verificou com a mecânica newtoniana, razão por que o colocamos junto a Newton. Assim procedemos porque somos de opinião que um homem só pode ser compreendido tendo-se em vista a época em que viveu e as circunstâncias que influíram na sua vocação e, sobretudo pelo valor heurístico de suas ideias básicas consideradas no futuro. Logo é injusto e precário todo julgamento histórico que prescindir da noção de espaço e de tempo.

As mudanças efetuadas a alguns elementos mal colocados na tabela; a descobertas dos elementos das terras raras criando uma dissimetria no mesmo; a descoberta dos gases nobres por Ramsay, criando o XI grupo; a descoberta dos elementos radioativos por Becquerel, Curie e outros; os estudos de Rutherford sobre o núcleo atômico de que resultou a noção de número atômico e os trabalhos de Moseley; os isótopos por Sossy e Aston que decorrem de notável desenvolvimento da análise espectral, ferindo profundamente a clássica definição de elemento, contribuindo pelo contrário para uma melhor e mais

profunda compreensão da natureza da estrutura íntima da matéria; a instituição dos números quânticos e dos princípios que devem reger de agora em diante a física teórica, enfim, as novas teorias da valência baseadas nas novas mecânicas e os recentes estudos sobre a estrutura e configuração molecular baseados nos estudos sobre a estrutura microcristalina e sobre as propriedades eletromagnéticas de que se ocupam os colaboradores de Debye, não vieram demolir a obra do grande Mendeleeff, porém completar e justificar uma intuição apoiada em uma síntese de analogias que nascera nos meados do século passado. A tabela e a lei periódica subsistem nos seus fundamentos ainda que sobre novos aspectos oriundos do progresso incessante da ciência natural ou terminando com Eddington: “Uma revolução na ciência não significa que se devam lançar ao fogo as peças já postas em seus lugares: quer antes dizer que a instalação de novas peças nos obriga a modificar a ideia que formávamos do quadro a representar”. Dentre todas as nossas tentativas desajeitadas, o germe da verdade científica cresce sem cessar; desta verdade se pode dizer: plus ça change plus c'est la même chose.

CONCLUSÕES

O emprego da mídia impressa e de livros de ensino de química se mostraram fontes relevantes para o entendimento da trajetória de Mendeleev e de sua Tabela Periódica, embora dificuldades com a grafia do sobrenome do cientista russo e a multiplicidade de formas de denominação da tabela tenham tornado a pesquisa mais laboriosa.

Foi preciso esperar cerca de meio século para que Mendeleev firmasse sua presença no Brasil através da Tabela Periódica que propôs – anos após sua morte – superando citações relacionadas à sua atuação na indústria de petróleo, e a não inserção em livros de química editados no país. A década de 1920 parece representar uma transição entre uma abordagem narrativa, superficial e simplificada da Tabela Periódica por um conteúdo mais interpretativo,

denso e diversificado, visto que não apenas livros didáticos, mas também textos de divulgação publicados na mídia impressa disseminavam a nova contribuição à ciência.

O centenário de nascimento de Mendeleev foi uma oportunidade de reconhecimento do valor de seu trabalho através de atividades realizadas por sociedades científicas brasileiras, contrastando com a pouca atenção dada à sua morte.

AGRADECIMENTOS

A D. R. Ferreira e A. L. Maia pela digitação de textos de matérias de jornal inseridos neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- “A Face da Terra: um relógio decimal e dois novos elementos químicos”. CORREIO DA MANHÃ, ano XXX, n. 10945, Rio de Janeiro, 27 de agosto de 1930, p. 2.
- A.G.S. “A classificação periódica dos elementos químicos”. A MANHÃ, Rio de Janeiro, ano IX, n. 2653, 1º de abril de 1950, p. 2.
- “Ajustam-se os nomes. A NOITE SUPLEMENTO, Rio de Janeiro, n. 1164, 19 de junho de 1951, p. 27.
- “A origem do petróleo”. CARETA, ano XXX, n. 1520, 16 de outubro de 1937, p. 22.
- “A química progride”. CORREIO DA MANHÃ, Rio de Janeiro, ano XXV, n. 9463, 1º de dezembro de 1925, p. 4.
- “A transformação do cobre”. GAZETA DE NOTÍCIAS, Rio de Janeiro, ano XXXIV, n. 12, 12 de janeiro de 1908, p. 4.
- “Além do urânio”. REVISTA BRASILEIRA, Rio de Janeiro, n. 4, 1934, p. 125-127.
- von ANTROPOFF, A. “Eine neue Form des periodischen Systems der Elemente”. *Zeitschrift für angewandte Chemie*, Berlim, vol. 39, n. 23, p. 722–725, 1926.
- “Apontamentos de Química”. REVISTA DE ENGENHARIA, Rio de Janeiro, n. 104, 14 de janeiro de 1884, p. 160-162.
- “As grandes invenções”. A NOTICIA, Rio de Janeiro, ano VI, n. 10, 11 e 12 de janeiro de 1900b, p. 2.
- “Bases para o inquérito sobre o petróleo”. DIÁRIO CARIOCA, Rio de Janeiro, ano IX, n. 2424, 11 de

junho de 1936, p. 10.

“Chimica – equivalentes chimicos”. O AUXILIADOR DA INDÚSTRIA NACIONAL OU COLEÇÃO DE MEMÓRIAS E NOTÍCIAS INTERESSANTES.

Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional, Rio de Janeiro, 1846, p. 9-11.

“Chimica aplicada à indústria”. REVISTA POPULAR – JORNAL ILUSTRADO. B. L. Garnier (Ed.), Rio de Janeiro, Ano I, Tomo 4, 1859, p. 168-172.

CHOPPIN, G. R. ‘Mendeleevium’. CHEMICAL AND ENGINEERING NEWS, vol. 81, n. 36, p. 176, 2003.

DALTRO, H. “Impressões literárias sobre o poema do átomo”. A BATALHA, Rio de Janeiro, 16 de abril de 1939, p. 2 (<http://www.abq.org.br/rqi/2014/762/RQI-762-pagina30-Nota-Tecnica-O-Sistema-Periodico-dos-Elementos.pdf>).

“Descobriu-se o último elemento químico”. A NOITE, Rio de Janeiro, ano XXI, n. 7057, 20 de julho de 1931, p. 7.

“Gálio”. O GLOBO, Rio de Janeiro, Ano III, n. 177, 29 de junho de 1876b, p. 2.

“Descoberta d’um novo metal – o gálio”. GAZETA MÉDICA DABAHIA, Salvador, Ano VIII, n. 1, 1876, p. 284.

“Descoberta de um novo metal – o gálio, por Mr. Lecoq de Boisbaudran”. O GLOBO, Rio de Janeiro, Ano II, n. 320, 23 de novembro de 1875, p. 2-3.

“Dois novos corpos simples”. O PAIZ, Rio de Janeiro, ano XLII, n. 15046, 30 de dezembro de 1925, p. 5.

“Esteve reunida a Sociedade Brasileira de Chimica”. CORREIO DA MANHÃ, Rio de Janeiro, ano XXXIV, n. 12541, 17 de agosto de 1934, p. 5.

“Foi descoberto mais um elemento químico”. CORREIO DA MANHÃ, Rio de Janeiro, ano XXVII, n. 10067, 8 de novembro de 1927, p. 3.

FRÓES, A. “Química – 4ª série”. Livraria Francisco Alves, Rio de Janeiro, 1939, p. 75-83.

“Ideias modernas sobre a estrutura do átomo”. REVISTA MARÍTIMA BRASILEIRA, Rio de Janeiro, ano LIII, n. 1-2, 1933, p. 497-501.

“Indústria e Ciências – gálio”. DIÁRIO DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, Ano LVI, n. 187, 29 de agosto de 1876, p. 4.

KRAULKEDAT, Werner Gustav. “Dimitri Ivanovitch Mendeleeff – o químico que se tornou profeta”. CIÊNCIA PARA TODOS, Rio de Janeiro, 25 de julho

de 1948, p. 11 e 18
<http://www.abq.org.br/rqi/2014/763/RQI-763-pagina47-Nota-Historica-Dimitri-Ivanovitch-Mendeleeff.pdf>.

“Laureados com o Prêmio Nobel”. CORREIO DA MANHÃ, Rio de Janeiro, ano XLV, n. 15659, 17 de novembro de 1945, p. 3.

LIBERALLI, C. H. “O Sistema Periódico e os Novos Elementos”. Papelaria e Tipographia Rio Branco, Rio de Janeiro, 193-3.

MALTA, C. “Compêndio de Physica Elementar e de Chimica Geral”. Typografia do Jorna do Commercio: Rio de Janeiro, 1928, p. 298-306.

“Mapas dos pesos específicos”. DIÁRIO DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, Ano XLIV, n. 291, 1864, p. 2.

MENEZES, a. X. O. “Princípios de Química Moderna”. Flores & Mano eds: Rio de Janeiro, 1924, p. 77-86.

“Miscelânea Científica – gases nobres”. A NOTICIA, ano VII, n. 107, Rio de Janeiro, 9 e 10 de maio de 1900a, p. 2.

“Miscelânea Científica – gases nobres”. A NOTICIA, ano IX, n. 103, Rio de Janeiro, 2 e 3 de maio de 1902, p. 3.

MOISSON, I. Introduction to Astronomy and Cosmology. Willey, New York, 2008.

“Morte de Mendeleev”. JORNAL DO BRASIL, Rio de Janeiro, ano XVII, n. 76, 17 de março de 1907, p. 6.

“O argônio”. O PHAROL, Cuiabá, ano VI, n. 264, 1º de setembro de 1910, p. 1 - 2.

“O eclipse solar”. A IMPRESA, Niterói, ano IX, n. 1727, 24 de setembro de 1912, p. 14.

“O eclipse solar”. JORNAL DO COMMERCIO DO RIO DE JANEIRO, ano 86, n. 265, 22 de setembro de 1912, p. 2.

O petróleo”. GAZETA DA TARDE, Rio de Janeiro, Ano IX, n. 291, 19 de dezembro de 1888, p. 1.

“O petróleo”. O SÉCULO, Ano V, n. 1322, 8 de dezembro de 1910, p. 3.

“O Professor Niels Bohr, prêmio Nobel de Química, e o novo elemento de sua descoberta – o háfnio”. CORREIO DA MANHÃ, Rio de Janeiro, ano XXII, n. 8755, 27 de fevereiro de 1923, p. 1.

“O Sistema periódico dos elementos”. A MANHÃ, Rio de Janeiro, 7 de setembro de 1946, p. 4 (<http://www.abq.org.br/rqi/2014/762/RQI-762->

- pagina30-Nota-Tecnica-O-Sistema-Periodico-dos-Elementos.pdf).
- OLIVEIRA, A. J. "O argônio". REVISTA BRASILEIRA, Rio de Janeiro, tomo III, 1895, p. 254-255.
- "Origem das fontes de petróleo". A CONSTITUIÇÃO, Belém, ano VI, n 215, 24 de setembro de 1879, p. 1.
- "Origens do petróleo". A NOITE ILUSTRADA, Rio de Janeiro, n. 1097, 7 de março de 1950, p. 17.
- "Os novos elementos do sistema periódico de Mendeleev". GAZETA DA FARMÁCIA, Rio de Janeiro, ano XVIII, n. 217, 1949, p. 17.
- PINTO, D. S. "Variedades sobre Química". IMPRENSA MÉDICA, Rio de Janeiro, Ano I, n. 2, 1872, p. 14-16.
- PINTO, P. A. "Noções de Química Geral". Livraria Francisco Alves, Rio de Janeiro, 1913, p. 158-173.
- "Pólvora de Pirocolódio de Mendeleiev". REVISTA MARITIMA BRASILEIRA, Rio de Janeiro, ano XXI, n. 40, 1902, p. 929-938.
- "Prêmios Nobel da Ciência – Svedberg". CIÊNCIA PARA TODOS, Rio de Janeiro, 25 de abril de 1948, p. 15.
- "Programas para o concurso de admissão ao corpo de engenheiros navais". RELATORIOS DO MINISTÉRIO DA MARINHA, 1923, n. 01, p. 54.
- "Quadro de elementos naturais, seus pesos atômicos e valências da autoria de um brasileiro". GAZETA DE NOTÍCIAS, Rio de Janeiro, ano 73, n. 238, 10 de outubro de 1948, p. 1.
- "Quadro de elementos naturais, seus pesos atômicos e valências, de autoria de um brasileiro". GAZETA DE NOTÍCIAS, Rio de Janeiro, n. 238, 10 de outubro de 1948, p. 1.
- REGO, L. "Química Atual – Classificação dos Elementos". O IMPARCIAL, São Luís, ano IV, n. 997, 31 de março de 1929, p. 4.
- "Reuniões Científicas". CORREIO DA MANHÃ, Rio de Janeiro, ano XVI, n. 6388, 21 de agosto de 1916, p. 2.
- "Revista Científica". REVISTA BRASILEIRA, Rio de Janeiro, ano IV, tomo XV, 1898, p. 232-233.
- SILVA, L. P. "O poema do átomo". JORNAL DO COMMERCIO DO RIO DE JANEIRO, ano 112, n. 115, 12 de fevereiro de 1939, p. 6.
- SOARES, A. "Noções de Chimica Philosophica". Livraria Zenith: São Paulo, 1921, p. 67.
- "Sociedade Brasileira de Química". JORNAL DO COMMERCIO DO RIO DE JANEIRO, ano 107, n. 320, 17 de agosto de 1934, p. 4.
- SOUZA, E. "O novo metal – germanium". REVISTA DOS CONSTRUTORES, ano I, n. 6, 26 de julho de 1886, p. 88-89; ano I, n. 5, 20 de junho de 1886, p. 79-80.
- TEIXEIRA, J. M. "Noções de Chimica Geral", 11a ed. Livraria Francisco Alves: Rio de Janeiro, 1918, p. 337-348.
- "Teoria acerca da origem do petróleo". REVISTA DE ENGENHARIA, Rio de Janeiro, n. 177, 14 de junho de 1888, p. 124-125.
- "Um novo metal – o gálio". O GLOBO, Rio de Janeiro, Ano III, n. 162, 15 de junho de 1876a, p. 2.
- "Uma descoberta mais transcendente que o próprio rádio". O MALHO, Rio de Janeiro, ano XXVIII, n. 1394, 1º de junho de 1929, p. 7-8.
- VIANNA, A.; "Notas sobre o Xisto de Maraú – Bahia". CORREIO DA MANHÃ, ano XXXVI, n. 12920, 23 de dezembro de 1934, p. 7.
- "Variedades - germânio". REVISTA DE ENGENHARIA, Rio de Janeiro, n. 140, 28 de junho de 1886, p. 135.
- VIANNA, S. "Centenário de Mendeleev". JORNAL DO COMMERCIO DO RIO DE JANEIRO, ano 108, n. 6, 7 de outubro de 1934, p. 12; REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, Rio de Janeiro, ano V, nº 1, 1936, p. 7-20.
- VILLAR, G. E. "Algunas consideraciones sobre la existencia de una segunda serie de "tierras raras" en el lugar reservado para el actinio en el sistema periódico". ANNAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, Rio de Janeiro, tomo XII, n. 1, 1940, p. 51-55.