

A PRÉ-HISTÓRIA DA LEI PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NA PERSPECTIVA DE DOIS HISTORIADORES DA QUÍMICA

THE PREHISTORY OF THE PERIODIC LAW OF CHEMICAL ELEMENTS FROM THE PERSPECTIVE OF TWO HISTORIANS OF CHEMISTRY

LA PREHISTORIA DE LA LEY PERIÓDICA DE ELEMENTOS QUÍMICOS DESDE LA PERSPECTIVA DE DOS HISTORIADORES DE LA QUÍMICA

Adriano Lopes Romero
adrianoromero@utfpr.edu.br

Marcia Borin da Cunha
marcia.cunha@unioeste.br

* Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciência e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Cascavel - PR, Brasil

Resumo

A lei periódica (LP), assim como os contextos que levaram a seu desenvolvimento, não é devidamente abordada nos livros didáticos de Química utilizados no Brasil. Desta forma, o presente trabalho buscou compreender a pré-história da LP na perspectiva dos historiadores da Química Francis P. Venable e Albert E. Garrett. A pesquisa permitiu compreender o corpo de conhecimento produzido anterior à enunciação da LP, assim como os esforços realizados no sentido de padronização de conceitos e de métodos de determinação do peso atômico, que eram um obstáculo para uma sistematização dos elementos químicos conhecidos. Sugerimos que essas discussões sejam incorporadas em situações de ensino, em especial na formação inicial e continuada de professores/as de Química.

Palavras Chave: História da Química. Tabela periódica. Elementos químicos.

Abstract

Periodic law (PL), as well as the contexts that led to its development, is not properly addressed in Chemistry textbooks used in Brazil. In this way, the present work sought to understand the prehistory of PL from the perspective of the historians of Chemistry Francis P. Venable and Albert E. Garrett. The research made it possible to understand the body of knowledge produced before the enunciation of the PL, as well as the efforts made to standardize concepts and methods for determining atomic weight, which were an obstacle to the systematization of known chemical elements. We suggest that these discussions be incorporated into teaching situations, especially in the initial and continuing education of teachers of Chemistry.

Keywords: History of Chemistry. Periodic table. Chemical elements.

Resumen

La ley periódica (LP), así como los contextos que condujeron a su desarrollo, no se abordan adecuadamente en los libros de texto de Química utilizados en Brasil. De esta manera, el presente trabajo buscó comprender la prehistoria de la LP desde la perspectiva de los historiadores de la Química Francis P. Venable y Albert E. Garrett. La investigación permitió comprender el conjunto de conocimientos producidos antes de la enunciación de la LP, así como los esfuerzos realizados para estandarizar conceptos y métodos para determinar el peso atómico, que eran un obstáculo para la sistematización de elementos químicos conocidos. Sugerimos que estas discusiones se incorporen a situaciones de enseñanza, especialmente en la educación inicial y continua de los profesores de Química.

Palabras clave: Historia de la Química. Tabla periodica. Elementos químicos.

INTRODUÇÃO

O químico canadense Robert Kennedy Duncan (1868 - 1914) ilustra, de forma bastante poética, a síntese de observações empíricas - que envolveu muitos personagens, em diferentes contextos, no século XIX -, que resultou na Lei Periódica (LP) dos elementos químicos. Em sua publicação podemos encontrar a seguinte frase:

Assim como o pêndulo retorna novamente em seu balanço, assim como a lua retorna em sua órbita, assim como o ano que avança traz a rosa da primavera, **as propriedades dos elementos se repetem periodicamente à medida que os pesos dos átomos se elevam.** (DUNCAN, 1907, p. 23, tradução e grifo nosso).

Apesar de sua importância, é possível perceber que a LP não é claramente explicitada na maioria dos Livros Didáticos (LDs) de Química. Ao avaliar os seis LDs de Química selecionados pelo Plano Nacional dos Livros Didáticos (PNLD) de 2017, por exemplo, observamos que a ênfase é dada para a organização da Tabela Periódica (TP) oficial e ao estudo de propriedades periódicas (ROMERO; CUNHA, 2018). Apesar de a LP e a TP serem conceitualmente distintas, ambas devem ser trabalhadas em situações de ensino, uma vez que foram, historicamente, desenvolvidas simultaneamente e a existência de uma ou de outra não faz sentido sozinha. Atualmente, podemos entender a TP como uma matriz que organiza todos os elementos químicos em ordem crescente do número atômico, isto é, o número total de prótons no núcleo do átomo. Quando os elementos químicos são assim arranjados, existe um padrão recorrente chamado LP em suas propriedades, no qual elementos na mesma coluna (grupo) têm propriedades semelhantes (LAGOWSKI; PAULING, 2020). A inexistência de relações entre a LP e a exposição didática da TP nos parece ser um problema para o ensino de Química, em especial pela forma como os LDs tratam a questão. Diante deste contexto, neste artigo nos propomos apresentar dois estudos expostos pelos historiadores da Química Francis P. Venable e Albert E. Garrett, os quais nos oferecem contribuições importantes para a reflexão sobre a forma como “ensinamos” ou “pretendemos ensinar” o conteúdo de TP no Ensino Médio.

A forma de explicar a periodicidade dos elementos químicos mudou ao longo dos anos: no primeiro período (especialmente no século XIX) os diferentes estudos indicavam uma relação entre propriedades físico-químicas e peso atômico dos elementos químicos; no segundo período, essa relação foi melhor explicada a partir do uso do conceito de número atômico, resultante do estudo, em 1913, dos espectros de raios X de elementos químicos pelo físico britânico Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1867 - 1915); no terceiro momento a LP ganha uma nova perspectiva, a partir dos estudos da estrutura do átomo, em especial da distribuição eletrônica, na qual os agrupamentos em famílias é explicada a partir da semelhança dos elétrons de valência.

O período anterior aos três momentos mencionados acima, a pré-história da LP, é retratado por uma necessidade de desenvolver uma classificação periódica dos elementos químicos baseando-se no "impulso classificatório" do homem e na tendência bastante forte de estabelecer uma sistemática no estudo dos materiais de cada campo específico. Essa necessidade é justificada, segundo Tolentino; Rocha-Filho e Chagas (1997), pela relevância de uma teoria geral que explicasse e sistematizasse os conhecimentos químicos acumulados, a grande quantidade de observações relatadas, muitas das quais aparentemente contraditórias.

O historiador da Química Jan Willem van Spronsen (1928 - 2010) considerava que “[...] se desejamos estudar a história do sistema periódico, devemos primeiro investigar o estado das principais leis e teorias científicas existentes entre 1780 e 1815”, período que ele chamou de pré-história do *sistema periódico dos elementos químicos*¹, e os resultados da química prática (van SPRONSEN, 1959, p. 565, tradução nossa {TN}). É sobre esse período, a pré-história da LP, que nos propusemos a estudar. A história dessa lei tem sido considerada a partir do “[...] discurso esclarecedor no Congresso de Karlsruhe em 1860 acerca das determinações dos pesos atômicos e das fórmulas dos compostos, usando a hipótese de Avogadro como base” realizada pelo químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826 - 1910) (van SPRONSEN, 1959, p. 567, TN).

Para isso, levando em consideração que a “[...] História da Ciência é feita por seres humanos e se constitui em uma reconstrução de fatos e contribuições científicas que ocorreram, muitas vezes, em épocas distantes” (MARTINS, 2005, p. 314) daquelas que os historiadores da Ciência viveram, buscamos por informações em livros produzidos por autores que vivenciaram o período de desenvolvimento da LP, acreditando que a reconstrução histórica apresentada por eles seja a mais próxima da realidade. Apesar desse cuidado, Martins (2005, p. 314) nos alerta para o fato de que “[...] é comum encontrarmos alguns problemas nessas reconstruções”, que surgem, pois:

[...] toda narração histórica é uma seleção ou “recorte” da história. Ao fazer este recorte, o historiador pode selecionar e descrever apenas os fatos que corroborem seu ponto de vista e ocultar os fatos que entrem em conflito. Neste caso, ele não estará apresentando as idéias daquele estudioso de forma fiel, pois estará omitindo aspectos importantes e sua narrativa será tendenciosa. Ele também pode estar fazendo uma narração falsa se as descrições entrarem em conflito com os fatos (MARTINS, 2005, p. 315).

No contexto apresentado, o presente trabalho se alinha as orientações de Martins (2005, p. 315), pois considera que “[...] um dos trabalhos do historiador da Ciência consiste em fazer uma revisão

¹ No presente trabalho optamos em manter a perspectiva do desenvolvimento da *lei periódica* utilizada por Venable e Garrett, historiadores da Química cujos livros utilizamos para a reconstrução da pré-história da referida lei.

constante dos trabalhos de outros historiadores [tal como nos propusemos a fazer] que muitas vezes apresentam interpretações equivocadas e que são perpetuadas no decorrer do tempo”.

PERCURSO METODOLÓGICO

O trabalho ora apresentado é resultado de uma pesquisa qualitativa (GIL, 2008), do tipo pesquisa bibliográfica (GARCIA, 2016), que teve como objetivo de pesquisa reconstruir o cenário do conhecimento químico, anterior a enunciação da LP, na perspectiva de historiadores da Química que vivenciaram o desenvolvimento da referida lei. Justificamos a opção por esse perfil de autor partindo da premissa de que os discursos dos autores contemporâneos de livros didáticos, no que tange aspectos da história da Ciência, são influenciados por reconstruções históricas produzidas por historiadores da Ciência. Sendo assim, buscamos por livros, produzidos por historiadores da Química, acerca da LP dos elementos químicos publicados no período de 1870 - 1910. A busca foi realizada na biblioteca digital *Internet Archive* (BYRNE, 2017), utilizando *periodic law* e *chemistry* como termos de pesquisa.

A busca resultou em dois livros, ambos publicados em língua inglesa (um nos Estados Unidos e outro na Inglaterra), cujos autores estavam inseridos em contextos de ensino e de pesquisa diferentes.

The development periodic law [O desenvolvimento da lei periódica] foi escrito pelo químico estadunidense Francis Preston Venable (1856 - 1934) em 1896. Esse livro, de 321 páginas, foi publicado pela *Chemical Publishing Company*, uma editora estadunidense localizada em Easton.

The Periodic Law [A lei periódica] foi escrito pelo químico britânico Albert Edward Garrett (1870 - 1955) em 1909. Esse livro, de 294 páginas, foi publicado pela Kegan Paul, Trench, Trubner & Co., uma editora inglesa localizada em Londres.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Muitas informações relacionadas à Venable (biografias e trabalhos publicados) são encontradas na literatura, o mesmo não é válido para o químico inglês Garrett.

Venable cursou graduação em Química na Universidade da Virgínia, instituição na qual seu pai lecionava Matemática. Em 1879, obteve o título de mestre em Química pela Universidade da Virgínia. No ano seguinte, uma posição de professor de Química foi oferecida a ele na Universidade da Carolina do Norte. Em 1881, obteve o título de doutor em Química pela Universidade de Göttingen, e foi eleito membro da Sociedade Química de Londres. Seu principal objeto de estudo foi os compostos de zircônio, mas ele ficou mais conhecido por seus livros didáticos. Seu nome é associado também a identificação do carbeto de cálcio, utilizado industrialmente para a produção de acetileno, que criou as bases para o

sucesso da *Union Carbide Corporation*, mas nunca foi recompensado financeiramente por isto (BURSEY, 2020).

Em 1883, junto com um grupo de jovens professores Universidade da Carolina do Norte, Venable criou a *Elisha Mitchell Scientific Society* [Sociedade Científica Elisha Mitchell] (precursora da Academia de Ciência da Carolina do Norte), assim como o periódico *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* [Jornal da Sociedade Científica Elisha Mitchell]. No período de 1900 a 1914, ele atuou como Presidente da Universidade da Carolina do Norte, contribuindo para a criação de uma escola de pós-graduação. Ele foi presidente da seção Carolina do Norte da Sociedade Americana de Química por 3 anos (1896 - 1898) e presidente dessa sociedade em 1905. Ele se aposentou da Universidade da Carolina do Norte em 1930 e faleceu quatro anos depois em seu estado natal, a Virgínia (BURSEY, 2020).

Além do livro *The Development of the Periodic Law* (1896), Venable escreveu acerca de vários outros assuntos da Química: *A Course in Qualitative Chemical Analysis* (1883), *A Short History of Chemistry* (1894), *Inorganic Chemistry* (1898), *A Brief Account of Radio-Activity* (1917) e *Zirconium and Its Compounds* (1922).

O prefácio do livro *The Development of the Periodic Law*, por si só, já apresenta várias informações que contribuem para que o leitor entenda parte do “[...] desenvolvimento da lei natural subjacente às relações dos elementos e suas propriedades entre si” (VENABLE, 1896, p. 1, TN). Venable apresenta, de forma cronológica, 183 seções (contendo fatos e descrições de estudos publicados) relacionadas ao desenvolvimento da LP, que para ele “[...] não deve ser considerado completo, nem que o processo de evolução está concluído, nem que o sistema natural está diante de nós hoje em sua forma completa e perfeita” (p. 1, TN).

Quanto ao químico Garrett podemos inferir, de acordo com a forma que assinou seus livros e artigos científicos, que ele cursou graduação em *Bachelor of Science* (BSc) na Universidade de Londres e não teve outro título acadêmico. Ele foi membro de várias sociedades científicas, tais como Real Sociedade de Química, Real Sociedade Astronômica, Sociedade Física de Londres e da Real Sociedade Geográfica. Ele realizou pesquisas acerca do fenômeno da condutividade elétrica e relacionadas à química têxtil, tais como métodos para lavagem de lã e produção de lã de boa qualidade. Além do livro *The periodic law*, Garrett escreveu acerca de dois outros temas: *Fibres for Fabrics* (1908) e *The advance of photography: its history and modern applications* (1911).

Para Garrett, ao descrever parte do cenário das pesquisas na área da Química antes do século XIX, “[...] os experimentos realizados em Química eram quase inteiramente de natureza qualitativa”, o que justificaria o fato de que “[...] muito pouco foi feito na classificação das substâncias experimentadas, exceto na medida em que agrupavam aquelas que exibiam ou não exibiam algumas propriedades bem

definidas, como o poder de queimar ou não” (GARRETT, 1909, p. 1, TN). Para esse autor, a introdução de métodos quantitativos contribuiu, por exemplo, para a distinção de substâncias em elementos e compostos.

Venable apresenta no primeiro capítulo de seu livro discussões acerca da busca pela unidade da matéria, que no momento em que o livro foi produzido as contribuições mais recentes eram acerca da definição de elemento do químico francês Antoine-Laurent de Lavoisier (1743 - 1794) e a hipótese atômica do químico britânico John Dalton (1766 - 1844).

Nos anos seguintes, como retratado por Venable, vários estudos foram realizados no sentido de estabelecer os pesos atômicos dos elementos químicos. Em 1803 Dalton produz uma tabela com “pesos relativos das partículas finais de corpos”. Em 1808, em seu livro *New System of Chemical Philosophy* [Novo sistema de Filosofia Química], essa tabela foi ampliada para 37 substâncias, novamente tomando o hidrogênio como unidade e padrão. Outras contribuições nesse sentido foram dadas pelo químico escocês Thomas Thomson (1773 - 1852), que produziu para seu *System of Chemistry* [Sistema de Química] (1810) uma tabela de equivalentes para 23 ácidos e bases, e pelo químico britânico William Hyde Wollaston (1766 - 1828), que publicou em 1814 uma tabela de equivalentes que usou o oxigênio, dando-lhe o equivalente a 10, como padrão ao invés do hidrogênio como seus contemporâneos. As tabelas do químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779 - 1848), produzidas no período de 1810 a 1826, assim como as anteriormente mencionadas formavam o cenário acerca da “[...] condição dos pesos atômicos e representa a extensão do conhecimento a respeito deles quando surgiram as primeiras especulações sobre as relações numéricas existentes entre eles e a primeira hipótese baseada nelas” (VENABLE, 1896, p. 19, TN).

Na perspectiva de Garrett (1909, p. 6, TN), esse cenário de incertezas em relação a determinação do peso atômico dos elementos químicos “[...] era necessariamente prejudicial para a descoberta de qualquer classificação geral dos elementos com base nas relações existentes entre seus pesos atômicos”. Ainda assim, levando em consideração que “[...] a determinação correta dos pesos atômicos relativos dos elementos é essencial antes que qualquer relação entre os elementos, dependendo de seus pesos atômicos, possa ser estabelecida” (GARRETT, 1909, p. 6 e 7, TN). Garrett discute os métodos empregados na obtenção dos pesos atômicos dos elementos (p. 6 - 28): *densidade de vapor* (baseado nos trabalhos do físico italiano Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776 - 1856); *calor atômico* (baseado nos trabalhos do químico francês Pierre Louis Dulong (1785 - 1838) e do físico francês Alexis Thérèse Petit (1791 - 1820) publicado em 1819); *equivalente eletroquímico* (baseado nos trabalhos do físico e químico britânico Michael Faraday (1791 - 1867); métodos para detectar os pesos combinados; e baseado no isomorfismo.

Apesar de a existência de vários métodos, Garrett (1909, p. 28, TN) chama a atenção para o fato de que “[...] os valores químicos, eletrolíticos e cristalográficos dos equivalentes às vezes concordavam, mas muitas vezes discordavam”. Nessa parte da reconstrução histórica, Garrett (1909, p. 28, TN) concluiu que, em 1858, Cannizzaro foi o primeiro a explicar “[...] claramente os princípios dos quais depende a determinação dos pesos atômicos dos elementos”, ao levar em consideração que “[...] o átomo é a menor porção de um elemento capaz de entrar em combinação com outros elementos para formar compostos; e isso levou ao desuso de equivalentes e à adoção do atual sistema de pesos atômicos”.

Diferente de Garrett, Venable não investe tempo para apresentar, ao leitor, os diferentes métodos utilizados para determinação de peso atômico. A existência de vários métodos para a determinação do peso atômico dos elementos químicos justifica, de certa forma, a variedade de tabelas com pesos atômicos distintos produzidos até 1860. A partir do conhecimento produzido acerca dos pesos atômicos duas “direções de trabalho” foram estabelecidas:

[...] primeiro, houve esforços de Prout e Meinecke para mostrar que esses números eram múltiplos de uma unidade de peso comum; em segundo lugar, Döbereiner abriu caminho para vários seguidores na descoberta de relações numéricas entre os pesos atômicos de elementos semelhantes ou da mesma família, e mais tarde dos diferentes (VENABLE, 1896, p. 20, TN).

Em relação a hipótese Prout, “[...] que considera os pesos atômicos múltiplos do hidrogênio e, portanto, o hidrogênio é o *elemento primordial*” (1896, p. 22, TN), Venable informa que a mesma teve muitos adeptos na Inglaterra, França e Alemanha, mas encontrou forte oposição por parte de outros, especialmente de Berzelius.

Em relação aos trabalhos do químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1780 - 1849), realizados no período de 1816 - 1829, Venable ressalta que “[...] o fato importante é que ele reconheceu como uma lei da natureza que os elementos ocorriam em grupos de três, sendo o fator médio a média aritmética dos outros dois em peso atômico e em propriedades” (VENABLE, 1896, p. 30 e 31, TN). Segundo Venable (1896, p. 3, TN) “[...] Döbereiner estava inicialmente inclinado a pensar que isso só poderia significar que o elemento intermediário era um composto dos outros dois”.

Uma informação interessante, apresentada por Garrett (1909, p. 36, TN), que não aparece no livro de Venable, é relacionada a previsão, por parte de Döbereiner, de novos elementos a partir da ideia de formação de tríades: “[...] em alguns casos, dois elementos foram agrupados por ele e o terceiro encarado como um possível novo elemento. Instâncias desse tipo são fósforo e arsênio, boro e silício”. Ainda que hoje saibamos que essas duas situações pensadas por Döbereiner sejam impossíveis, o que

por exemplo, é relacionado ao alotropismo, o segundo e terceiro tipos são relacionados ao polimerismo e à série homóloga em Química Orgânica.

O cientista estadunidense Josiah Parsons Cooke (1827 - 1894) considerou, em 1854, que “[...] a divisão dos elementos em grupos de três (tríades) era apenas uma visão muito parcial a ser tomada sobre o assunto” (GARRETT, 1909, p. 43, TN). Para ele, as tríades são apenas partes de uma série (seis no total), que é similar em todos os aspectos à série de homólogos tão conhecidos em Química Orgânica, na qual a diferença entre os pesos atômicos dos membros da série é um múltiplo de algum número inteiro.

Garrett (1909, p. 44, TN) relatou que Cooke sentia “[...] profundamente a falta de alguma propriedade fundamental comum a todos os elementos, cuja lei era totalmente conhecida, sobre a qual basear uma classificação correta de elemento”. Ao refletir que os elementos de qualquer uma das seis séries “[...] formam compostos semelhantes e produzem reações semelhantes; além disso, se assemelham em outro aspecto em que os membros da série orgânica não, suas formas cristalinas são as mesmas ou, em outras palavras, são isomorfas” (VENABLE, 1896, p. 42, TN), Cooke concluiu que a propriedade fundamental poderia ser a forma cristalina. No entanto, como alerta Garrett (1909, p. 44, TN), “[...] uma classificação baseada no isomorfismo é reconhecida como defeituosa, pois, embora certamente reúna os elementos aliados, também agrupa aqueles que não têm outras propriedades em comum, exceto sua forma cristalina”.

O químico britânico William Odling (1829 - 1921) propôs, em 1857, uma classificação baseada no que ele chamou de "a totalidade" das propriedades características dos elementos. Esse autor explica que “[...] ao agrupar os elementos, esses elementos devem ser colocados juntos quando, na grande maioria de suas propriedades, compostos e reações, exibem semelhanças” (GARRETT, 1909, p. 52, TN). Mas, também, advertiu que “[...] embora possa acontecer que certos compostos de um possam diferir dos compostos correspondentes dos outros, em algumas de suas propriedades gerais” (GARRETT, 1909, p. 52, TN).

O químico francês Jean-Baptiste Dumas (1800 - 1884), em 1858, “[...] usou os equivalentes dos elementos como seu padrão de comparação, e não seus pesos atômicos, e considerou as principais questões relativas ao agrupamento dos elementos, que foram apresentadas até então” (GARRETT, 1909, p. 34, TN). Utilizando o conceito de tríades, “[...] no que diz respeito à natureza composta dos elementos intermediários, ele reiterou a suspeita inicial de Döbereiner” (VENABLE, 1896, p. 34, TN). A partir disso, Dumas “[...] aludiu à possibilidade de que metais que fossem semelhantes em suas relações e pudessem ser substituídos um pelo outro em certos compostos, também pudessem ser transmutáveis um pelo outro”. Resgatando assim a ideia aceita durante o período que ficou conhecido como alquimia de “[...] transmutação de metais e seu desejo de transformar chumbo em prata e mercúrio em ouro; mas

esses metais não parecem ter as relações semelhantes necessárias para tornar essas mudanças possíveis” (VENABLE, 1896, p. 34, TN).

Garrett interrompe sua reconstrução histórica com os trabalhos de Dumas, seguindo posteriormente para as contribuições do geólogo francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820 - 1886) e do químico britânico John Alexander Reina Newlands (1837 - 1898) acerca da classificação dos elementos químicos. Venable, por sua vez, apresenta outras contribuições, que são apresentadas a seguir.

O químico alemão Peter Kremers (1827-?), ao trabalhar, em 1852, com a “doutrina das tríades” considerou que “[...] se dois corpos diferentes se misturam e formam um todo homogêneo, a intensidade das propriedades físicas dessas misturas é, em regra, modificada” (VENABLE, 1896, p. 37 e 38, TN).

Venable (1896, p. 39, TN) descreve que “[...] Kremers uniu algumas das tríades ao que ele chamou de tríades conjugadas” e que “[...] havia oito dessas tríades conjugadas e que cada um dos vinte e sete elementos pode ser disposto no espaço na forma de um cubo”. Essa descrição, assim como outras relatadas anteriormente, reforça a intenção dos pesquisadores de avançar na busca de uma representação que permitisse visualizar as relações entre os elementos químicos.

Em 1854, Kotikovsky utilizou a “[...] ideia da natureza composta dos elementos sugeridos por Dumas e tentou provar a verdade disso por um modo singular de raciocínio e sem provas experimentais”. Kotikovsky “[...] desenvolveu um sistema simples, no qual não há exceções problemáticas às suas regras, porque todos os fatos que formam exceções são declarados de outra forma e feitos de acordo”. O exemplo a seguir ilustra seu raciocínio: “Água = 18 não podem conter oxigênio = 32 porque nenhuma parte pode pesar mais que o todo” (VENABLE, 1896, p. 44, TN). Esse exemplo presente, na seção II - “Aplicação dos (verdadeiros) princípios de Ciência à simplicidade, para todas as substâncias individuais”, no livro de Kotikovsky (1854, p. 29, TN) foi utilizado para explicar que o peso atômico real do oxigênio não é 32, mas sim 16, concluindo que o gás oxigênio é na verdade O_2 .

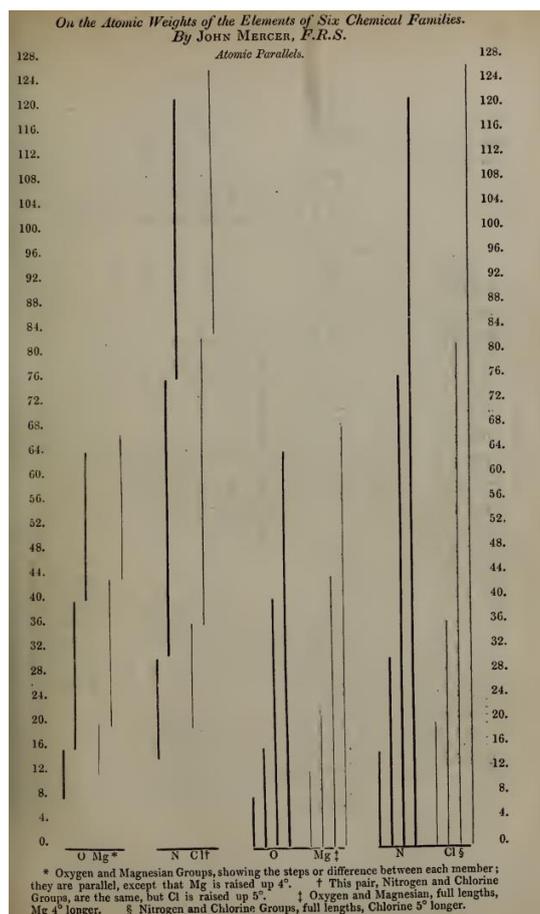
O escocês David Low (1786 - 1859) sustentou a ideia de que “[...] todos os corpos podem ser derivados de hidrogênio e carbono ou dos princípios, elementos ou matéria dos quais eles mesmos são formados” (VENABLE, 1896, p. 45, TN). Ele acreditava que era injusto considerar os corpos como simples ou elementares simplesmente porque somos incapazes de decompô-los pelos meios à nossa disposição. Desta forma, para Low “[...] seria justo considerar um corpo como composto quando não formos capazes de provar que é simples”.

Em 1857 o químico alemão Ernst Lenzen tentou estender as tríades a todos os elementos, agrupando-os por suas características físicas e químicas. Ele formou 20 tríades utilizando os 60

elementos mais conhecidos (VENABLE, 1896, p. 46), e notou que, semelhante a ideia das tríades conjugadas de Kremer, para cada três tríades os membros do meio formam uma nova tríade.

Em 1858 o químico inglês John Mercer (1791 - 1866) estudou muitas relações numéricas e diferenças entre grupos de elementos a partir de comparações com radicais orgânicos (VENABLE, 1896). Suas considerações foram representadas na forma de um esquema denominado “Paralelos Atômicos” (Figura 2).

Figura 2. Esquema utilizado por Mercer para representar as relações numéricas de alguns elementos químicos.



Fonte: Mercer (1858, p. 59).

Venable (1896, p. 54, TN) informa, de forma equivocada, que esquema “[...] é a primeira tentativa de representar os pesos atômicos em um diagrama”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que levemos em consideração as diferenças inerentes de formação, vivência e contextos nos quais estão inseridos, no que tange a pré-história da LP, a reconstrução histórica apresentada por Venable e Garrett se assemelha nos aspectos principais, principalmente no que se refere a linearidade do

conhecimento produzido, e se distancia na profundidade nas quais os fatos históricos são apresentados ao leitor. Garrett apresenta um número menor de fatos históricos, mas tenta explorar de forma mais aprofundada seus recortes selecionados. Venable, por outro lado, apresenta uma revisão mais ampla acerca dos estudos que foram realizados no período, mas algumas vezes de forma apenas descritiva.

Observou-se que a década de 1850 a 1860 foi de grande atividade acerca do estudo das relações numéricas entre os pesos atômicos. Venable descreveu esse período como “[...] uma espécie de tatear cego, sentindo que havia uma lei subjacente a ser descoberta e alcançá-la sem sucesso” (1896, p. 61, TN), uma vez todas as tentativas feitas nesse período não tiveram êxito no estabelecimento de um sistema contínuo incluindo todos os elementos. A justificativa para esse fato é que subjacente à ideia de classificação dos elementos de acordo com suas propriedades químicas e físicas havia também a ideia de que deveria ser possível construir esses elementos de uma ou mais formas que pudessem ser mais simples.

A reconstrução histórica apresentada pode ser utilizada para evidenciar a intensa produção de conhecimento em período anterior aos estudos de Newlands, Meyer e Mendeleev (personagens comumente apresentados em LDs de Química), contribuindo como material de apoio para discussões, em situações de ensino, acerca do desenvolvimento da LP ou da TP dos elementos químicos.

REFERÊNCIAS

BYRNE, U. Review: The Internet Archive. **Journal of the Society of Architectural Historians**, v. 76, n. 4, p. 578-580, 2017.

BURSEY, M. **Venable, Francis Preston (1856-1934)**. Disponível em: <https://www.anb.org/view/10.1093/anb/9780198606697.001.0001/anb-9780198606697-e-1301723>. Acesso em: 01 fev. 2020.

DUNCAN, R. K. **The New Knowledge**. Nova Iorque: A. S. Barnes & Company, 1907.

GARCIA, E. Pesquisa bibliográfica versus revisão bibliográfica - uma discussão necessária. **Revista Línguas & Letras**, v. 17, n. 35, p. 291 - 294, 2016.

GARRETT, A. E. **The periodic law**. Londres: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. Ltd., 1909.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KOTIKOVSKY. **Ueber die Nicht-einfachheit der Metalle, des Schwefels, der Kohle, des Chlors...** Viena, 1854.

LAGOWSKI, J. J.; PAULING, L. C. **Periodic Table**. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/periodic-table>. Acesso em: 01 fev. 2020.

MARTINS, L. A-C. P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MERCER, J. On the Relation of the Atomic Weights of the Families of the Elements. **Report of the Twenty-Eighth Meeting of the British Association for the Advancement of Science**, p. 57-63, 1958.

ROMERO, A. L.; CUNHA, M. B. A lei periódica em livros didáticos de Química selecionados pelo PNLD 2018: uma análise sob a ótica da teoria do conhecimento. In: XVI Simpósio Brasileiro de Educação Química, **Anais...** Rio de Janeiro, 2018.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, v. 20, n. 1, p. 103-117, 1997.

VAN SPRONSEN, J. W. The prehistory of the periodic system of the elements. **Journal of Chemical Education**, v. 36, n. 11, p. 565 - 567, 1959.

VENABLE, F. P. **The development of the periodic law**. Easton: Chemical Publishing Co., 1896.

Recebido em: 08/03/2020

Aceito em: 01/11/2020

Endereço para correspondência:

Nome: Adriano L. Romero

Email: adrianoromero@utfpr.edu.br



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).