

## As representações do sistema periódico dos elementos químicos presentes nas obras do jesuíta Ignacio Puig, uma das vozes discordantes de Mendeleev

The representations of the periodic system of chemical elements found in the works of the Jesuit Ignacio Puig, one of Mendeleev's discordant voices

Las representaciones del sistema periódico de los elementos químicos presentes en la obra del jesuita Ignacio Puig, una de las opiniones discrepantes de Mendeléyev

Recebido: 17/01/2022 | Revisado: 21/01/2022 | Aceito: 25/01/2022 | Publicado: 27/01/2022

**Adriano Lopes Romero**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8369-501X>  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
E-mail: [adrianoromero@utfpr.edu.br](mailto:adrianoromero@utfpr.edu.br)

**Marcia Borin da Cunha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3953-5198>  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil  
E-mail: [borin.unioeste@gmail.com](mailto:borin.unioeste@gmail.com)

### Resumo

O jesuíta espanhol Ignacio Puig (1887-1961) foi uma das várias vozes discordantes da representação gráfica do sistema periódico dos elementos químicos desenvolvida pelo químico russo Dmitrii Ivanovich Mendeleev (1834-1907). Em suas produções, Puig faz uso de representações gráficas do sistema periódico desenvolvidas pelo jesuíta espanhol Eugênio Saz (1878-1952), que utiliza como base conceitual os trabalhos do físico sueco Johannes Robert Rydberg (1854-1919). No trabalho ora apresentado analisamos, utilizando a perspectiva da História da Ciência, quatro produções de Puig. Observamos que existem duas diferentes representações gráficas do sistema periódico dos elementos químicos, a primeira representação aparece nas produções de 1927 e 1932 e a segunda nas produções de 1935 e 1945. No primeiro tipo de representação, que segue a rigor a base conceitual de Rydberg, Puig considera a existência de dois elementos desconhecidos (coronium e nebulium) localizados entre o hidrogênio e o hélio. No segundo tipo de representação, Puig desconsidera esses elementos e traz à tona o conceito de éter proposto por Mendeleev. Consideramos que esse tipo de análise histórica, focada em construções científicas derrotadas é tão importante quanto uma análise de fatos científicos, contribuem para romper com uma perspectiva tradicional de História da Ciência, muito comum em livros didáticos e de divulgação científica, que reforçam uma história heroica da Ciência e dos cientistas.

**Palavras-chave:** História da química; Johannes Robert Rydberg; Eugênio Saz (S. J.).

### Abstract

The Spanish Jesuit Ignacio Puig (1887-1961) was one of several voices dissenting from the graphic representation of the periodic system of chemical elements developed by the Russian chemist Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907). In his works, Puig makes use of graphic representations of the periodic system developed by the Spanish Jesuit Eugênio Saz (1878-1952), who used the works of the Swedish physicist Johannes Robert Rydberg (1854-1919) as a conceptual basis. In the paper presented here, we analyze four works by Puig from the perspective of the History of Science. We observe that there are two different graphic representations of the periodic system of chemical elements: the first appears in the works of 1927 and 1932 and the second in those of 1935 and 1945. In the first type of representation, which strictly follows Rydberg's conceptual basis, Puig considers the existence of two unknown elements (coronium and nebulium) located between hydrogen and helium. In the second type of representation, Puig disregards these elements and brings up the concept of ether proposed by Mendeleev. We consider this type of historical analysis, focused on defeated scientific constructions, to be as important as an analysis of scientific facts, helping to break with the traditional perspective of History of Science that is so common in textbooks and scientific dissemination, which reinforce a heroic history of Science and scientists.

**Keywords:** History of chemistry; Johannes Robert Rydberg; Eugênio Saz (S. J.).

### Resumen

El jesuita español Ignacio Puig (1887-1961) fue una de las diversas opiniones que disintían de la representación gráfica del sistema periódico de los elementos químicos desarrollada por el químico ruso Dmitri Ivánovich Mendeléyev (1834-1907). En sus trabajos, Puig utiliza representaciones gráficas del sistema periódico desarrollado

por el jesuita español Eugenio Saz (1878-1952), que se sirvió de los trabajos del físico sueco Johannes Robert Rydberg (1854-1919) como base conceptual. En el trabajo que se presenta analizamos, desde la perspectiva de la Historia de la Ciencia, cuatro trabajos de Puig. Observamos que existen dos representaciones gráficas diferentes del sistema periódico de los elementos químicos, la primera representación aparece en los trabajos de 1927 y 1932 y la segunda en los trabajos de 1935 y 1945. En el primer tipo de representación, que sigue estrictamente la base conceptual de Rydberg, Puig considera la existencia de dos elementos desconocidos (coronio y nebulio) situados entre el hidrógeno y el helio. En el segundo tipo de representación, Puig descarta estos elementos y trae a colación el concepto de éter propuesto por Mendeléyev. Consideramos que este tipo de análisis histórico, centrado en las construcciones científicas superadas, es tan importante como el análisis de los hechos científicos, contribuyendo a romper con una perspectiva tradicional de la Historia de la Ciencia, muy común en los libros de texto y de divulgación científica, que refuerzan un relato heroico de la Ciencia y de los científicos.

**Palabras clave:** Historia de la química; Johannes Robert Rydberg; Eugênio Saz (S. J.).

## 1. Introdução

Em 1869, o químico russo Dmitrii Ivanovich Mendeleev (1834-1907) publicou o livro didático *Osovy Khimi* [Princípios de Química], que ficou amplamente conhecido pela apresentação de uma proposta de sistema periódico dos elementos químicos então conhecidos, cuja representação gráfica ficou conhecida como tabela periódica. Apesar da contribuição de vários outros agentes históricos, em diferentes períodos, para o desenvolvimento do sistema periódico dos elementos químicos (Romero, 2021; Gonzaga; Miranda & Ferreira, 2020; Scerri, 2015), o nome de Mendeleev aparece nos livros didáticos e em livros de divulgação científica - associado aos termos "pai", "criador" ou "formulador" da tabela periódica, da lei periódica, da classificação periódica ou do sistema periódico (Grando & Cleophas, 2020; Romero, 2021; Tolentino, Rocha-Filho & Chagas, 1997).

Apesar dos conceitos sistema periódico, lei periódica, classificação periódica e tabela periódica estarem relacionados, são distintos e, portanto, utilizados de forma inadequada como sinônimos. Essa confusão, que impacta a correta compreensão dessa rede conceitual, é um problema que tem sido abordado pela filosofia da química (Romero, 2021; Imyanitov, 2011; Scerri, 2001; Giunta, 1999). Dessa forma, adotaremos no presente trabalho sistema periódico:

[...] como um sistema que organiza todos elementos químicos conhecidos, utilizando um ou mais critérios para organização e estabelecimento de relações entre as partes, que esteja de acordo com a lei periódica, e seja representado por um registro gráfico (Romero, 2021, p. 152-153).

A partir dessa definição, formas de organização de elementos químicos idealizados sem considerar a totalidade dos elementos químicos conhecidos, o uso de um ou mais critérios para o ordenamento das partes ou que não esteja de acordo com uma das formulações da lei periódica (Imyanitov, 2011) não são consideradas sistemas periódicos, mas continuam sendo formas de classificação dos elementos químicos (Romero, 2021). Sendo assim, com base nessa definição, a representação gráfica (produto do processo analítico) desenvolvida por Mendeleev, que ficou conhecida como tabela periódica, é uma das centenas de representações gráficas do sistema periódico dos elementos químicos (constructo abstrato).

A criação da tabela periódica por Mendeleev têm sido constantemente (re)contada. Como exemplos, entre várias possibilidades, podemos citar os livros *A aventura da Química - da pedra filosofal ao átomo* (Marcard, 1959), *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da Química* (Strathern, 2002) e *Eureca - Descobertas científicas que revolucionaram o mundo* (Horvitz, 2003). Marcard (1959, p. 290), entre as várias histórias contadas, a da tabela periódica inicia assim "Foi com Dimitri Ivanovitch Mendeleeff (1834-1907) que a Química viveu uma das aventuras mais originais". No livro *Eureca* a autora questiona "Mas terá sido Mendeleiev o verdadeiro pai da tabela periódica? Ou deveria ser obrigado a compartilhar sua paternidade?" (Horvitz, 2003, p. 54). Utilizando de vários episódios relacionados à lei periódica, a autora conclui que Mendeleev é o pai da tabela periódica, e finaliza o capítulo justificando o nome do elemento químico 101: "Em homenagem ao

pai da tabela periódica, foi batizado de mendelévio. O grande visionário siberiano havia finalmente conquistado um lugar em sua própria tabela" (Strathern, 2002, p. 58). Em *O sonho de Mendeleiev* o autor inicia o último capítulo do livro relatando o sonho que Mendeleev teve relativo à tabela periódica. Nesse sonho os elementos químicos eram listados na ordem de seus pesos atômicos, suas propriedades se repetiam numa série de intervalos periódicos, por esta razão Mendeleev chamou sua descoberta de tabela periódica dos elementos. Assim como no exemplo anterior, Strathern (2002) finaliza o livro discutindo o nome do elemento químico 101, descoberto em 1955, que foi "chamado de mendelévio, em reconhecimento ao feito supremo de Mendeleiev" (Strathern, 2002, p. 252).

As histórias contadas pelos livros citados anteriormente utilizam, em grande proporção, uma abordagem internalista da História da Ciência, que na maioria das vezes reforçam uma história heroica da Ciência e dos cientistas. Segundo Cruz (2006, p. 166):

[...] em contrapartida a essa abordagem internalista da história da ciência, surge também, no século XX, uma segunda abordagem entendida como história externa da ciência ou história social da ciência. Essa abordagem foi influenciada principalmente pelo materialismo histórico e por abordagens sociológicas do conhecimento. A abordagem externalista da ciência está interessada no trabalho do cientista e na transformação da ciência enquanto parte de um grupo social que compartilha elementos que constituem uma cultura específica.

Na perspectiva externalista da História da Ciência, uma análise histórica das teorias científicas derrotadas é tão importante quanto uma análise dos modelos vencedores. Como exemplo disso, podemos citar o trabalho *Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos*, de Tolentino, Rocha-Filho & Chagas (1997), que apresenta uma seção sobre algumas vozes discordantes da representação gráfica desenvolvida por Mendeleev, dentre elas o jesuíta espanhol Ignacio Puig (1887-1961). No livro *Curso Geral de Química*, publicado em 1932 por Puig, durante o capítulo denominado *idéias modernas sobre a constituição do átomo*, o autor apresenta e explora uma representação gráfica do sistema periódico desenvolvida por outro jesuíta espanhol, o padre Eugênio Saz (1878-1952). Essa organização dos elementos tinha como base os estudos do físico sueco Johannes Robert Rydberg (1854-1919). Segundo Puig (1932) a representação gráfica do sistema periódico desenvolvida por Saz é melhor fundamentada, por considerar como critério de classificação dos elementos químicos o "número de elétrons da coroa" ao invés do "peso atômico", este último proposto por Mendeleev.

Diante do contexto apresentado, o nosso objetivo foi resgatar e avaliar o sistema periódico presente nas obras do jesuíta Ignacio Puig, cujos livros didáticos foram utilizados no Brasil nas décadas de 1930 a 1950 (Lufti, 2012; Martorano & Marcondes, 2016). Situamos nosso trabalho no âmbito da História da Ciência, na qual buscamos por vestígios do passado que possibilitem reconstruir uma história, no nosso caso a discordância do jesuíta Ignacio Puig em relação à tabela periódica de Mendeleev, aceita pela maioria da comunidade científica. Para isso, concordamos com Cruz (2006, p. 168) que defende que "[...] o trabalho do historiador assemelha-se à montagem de um quebra-cabeça que nunca é totalmente montado, mas que provê uma imagem passível de interpretação no presente".

## 2. Metodologia

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e documental (Sá-Silva, Almeida & Guindani, 2009, p. 6), que é diferenciada pela natureza das fontes: "[...] a pesquisa bibliográfica remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema, atentando para as fontes secundárias, enquanto a pesquisa documental recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, as fontes primárias". Tal abordagem de pesquisa está inserida na perspectiva da História da Ciência na busca e identificação de "[...] vestígios para poder depois coletá-los, organizá-los, analisá-los e interpretá-los" (Cruz, 2006, p. 168). Neste contexto, entendemos que "[...] os documentos constituem-se na matéria-prima,

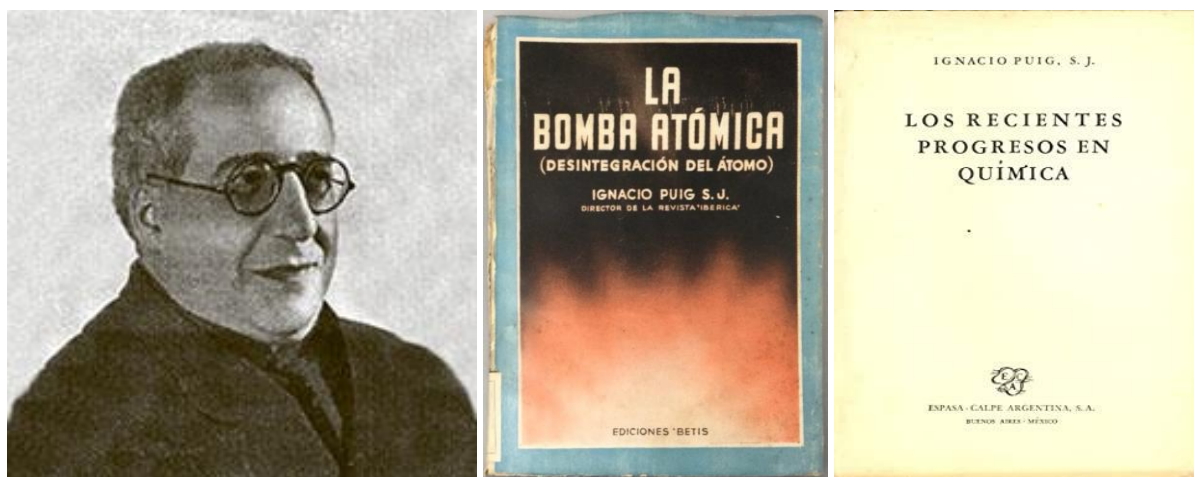
dado crucial da historiografia, mas não se constituem propriamente na história. Tornam-se história por meio da análise e interpretação" (Cruz, 2006, p. 168).

Em relação à pesquisa bibliográfica buscamos por trabalhos acadêmicos nas ferramentas de busca *Google Acadêmico*, *Google Books*, *Archive.org* e *SciFinder* utilizando o termo "Ignacio Puig". Em relação à pesquisa documental, o *corpus de análise* foi constituído por quatro documentos publicados por Puig em diferentes períodos: (i) *La noció d'isotopia*. *Revista Catalana de Ciència i Tecnologia*, v. 2, n. 13, p. 89-100, 1927; (ii) *Curso Geral de Química*. Porto Alegre: Livraria do Globo, 1932; (iii) *Elementos de Química*, 4ª série. Porto Alegre: Livraria do Globo, 1935; (iv) *Curso geral de Química*. 4ª edição. Rio de Janeiro: Livraria do Globo, 1945.

### 3. Resultados e Discussão

A literatura especializada (Udías, 2003; Biografías y Vidas, 2004; Alonso, 2017; Civtat, 2022) indica que o jesuíta catalão Ignacio Puig, membro da companhia de Jesus desde 1903, cujo nome original é Ignasi Puig i Simon (1887-1961), dedicou-se aos estudos e divulgação da Física, Química e Astronomia (Figura 1). Foi professor do Convento de Sant Doménc d'Oriola, no período de 1912 a 1916, e do Instituto de Química de Sarrià (Barcelona, Espanha), no período de 1921 até 1925. Em 1925 foi nomeado vice-diretor do Observatório do Ebro (Tarragona, Espanha), que dirigiu até 1936. Nesse mesmo ano, foi destinado à América e estabeleceu-se na Argentina, em Buenos Aires. Ele fundou o Observatório de Física Cósmica de San Miguel, perto de Buenos Aires, que dirigiu até 1944. Esse observatório foi o primeiro sobre física cósmica na América do Sul. Puig retornou à Catalunha, onde atuou como editor, no período de 1944 a 1961, da revista *Ibérica* para divulgação científica.

**Figura 1:** Foto do jesuíta Ignacio Puig e capa de dois dos seus livros de divulgação científica.



Fonte: [http://www.civtat.cat/puig\\_ignasi.html](http://www.civtat.cat/puig_ignasi.html) e acervo digital dos Autores.

A partir de consultas em algumas ferramentas de pesquisa conseguimos resgatar (provavelmente apenas parte) a intensa produção do jesuíta Puig. Dentre os vários livros publicados - muitos dos quais publicados em outros idiomas, inclusive em português -, podemos citar: *Vademecum del químico*, 1924; *La discontinuidad física de la matéria*, 1925; *Estudio sobre la radiactividad*, 1926; *Determinación de los coeficientes en las reacciones químicas por valencias positivas y negativas*, 1928; *Historia natural*, 1932; *Astronomía popular*, 1933; *La edad de la tierra: deducciones de la ciencia y de la fe*, 1934; *El fin del mundo: previsiones de la ciência*, 1935; *El sol y el câncer*, 1935; *La materia interestelar*, 1937; *Química práctica*, 1938; *Actualidades científicas*, 1938; *La pluralidad de los mundos habitados*, 1941; *Materia Y Energía. Cuestiones científicas relacionadas con la Filosofía*, 1942; *¿Qué son las radiaciones?*, 1944; *Los rayos cósmicos*, 1944; *La bomba*

*atomica - desintegracion del atomo*, 1945; *Gran Formulario Industrial*, 1946; *Los recientes progresos en quimica*, 1948; *Elementos de cosmografia*, 1952; *La energía nuclear*, 1954; *La discontinuidad física de la matéria*, 1955; *La Energía nuclear: las bombas " A", " H" y " C"*, 1955; *Los satélites rusos y americanos*, 1958; *Las virtudes curativas del cloruro de magnesio*, 1959.

Além de vários livros de divulgação científica, Puig publicou muitos artigos em periódicos científicos, os relacionados à área de Química aparecem na década de 1920. No âmbito da Química, Puig publicou artigos relacionados: (i) a conceitos fundamentais da Química: *Theory of positive and negative valences*, publicado na revista *Estudios Teórico-Prácticos del Instituto Químico de Sarriá* em 1924; *The physical discontinuity of matter*, publicado na revista *Razon y Fe* em 1925; *El problema sobre la unitat de la matéria*, publicado na revista *Analecta Sacra Tarraconensia: Revista de Ciències Historicoeclesiàstiques* em 1925 (n. 1, p. 277-291); *Determination of the coefficients in chemical reactions by positive and negative valences*, publicado na revista *Atti del Congresso Nazionale di Chimica Pura ed Applicata* em 1927 (v. 3, p. 1259-82); (ii) à pesquisa experimental: *Regeneration of iodine from residues*, publicado na revista *Quimica e Industrie* em 1925 (v. 2, p. 1-4); *The laboratory preparation of hydrogen sulfide*, *Quimica e Industria* (1925, v. 2, p. 141-144).

Diante das publicações de Puig é possível observar que ele além de ser um divulgador da Ciência, produziu novos conhecimentos científicos na área da Química. Sua relevância e aceitação pela comunidade científica da época pode ser constatada por sua participação como membro da Sociedade Argentina de Cosmobiologia e como membro honorário da Academia de Ciências do Rio de Janeiro (Udías, 2003; Biografias y Vidas, 2004; Alonso, 2017; Civtat, 2022).

No trabalho *La noció d'isotopia* (Puig, 1927), produzido em catalão, Puig informa que muitos autores têm contribuído para a nova classificação periódica dos elementos químicos sendo, os principais, Rydberg e Moseley, que utilizaram como critério de ordenamento dos elementos químicos o “número atômico”. Apesar dessa narrativa, o autor não deixa claro o porquê de assumir os estudos de Rydberg<sup>1</sup> (1914.a e 1914.b) ao invés dos de Moseley (1913) para o entendimento do sistema periódico dos elementos químicos. Segundo Puig (1932, p. 77; 1945, p. 106), número atômico “É o número de ordem que corresponde a cada elemento no sistema periódico de Rydberg, e representa por sua vez o número de elétrons que compõem a camada extranuclear atômica ou envólucro”.

A representação gráfica do sistema periódico dos elementos químicos (Figura 2), apresentada no artigo *La noció d'isotopia* (Puig, 1927, p. 94) e no livro *Curso Geral de Química* (1932, p. 76), é constituída por 94 elementos (90 conhecidos e 4 desconhecidos, de números atômicos 2, 3, 87 e 89), classificados de acordo com o conceito de número atômico defendido por Rydberg. Segundo Puig (1927) essa representação gráfica é atribuída ao também jesuíta Eugênio Saz, sendo elaborado com base no sistema periódico de Rydberg e se divide em quatro períodos (que são, por sua vez, divididos em séries e semi-séries), cujo número de elementos é igual aos quadrados dos números naturais multiplicados por 4, assim temos:

Primeiro período =  $4 \times 1^2 = 4$  elementos

Segundo período =  $4 \times 2^2 = 16$  elementos

Terceiro período =  $4 \times 3^2 = 36$  elementos

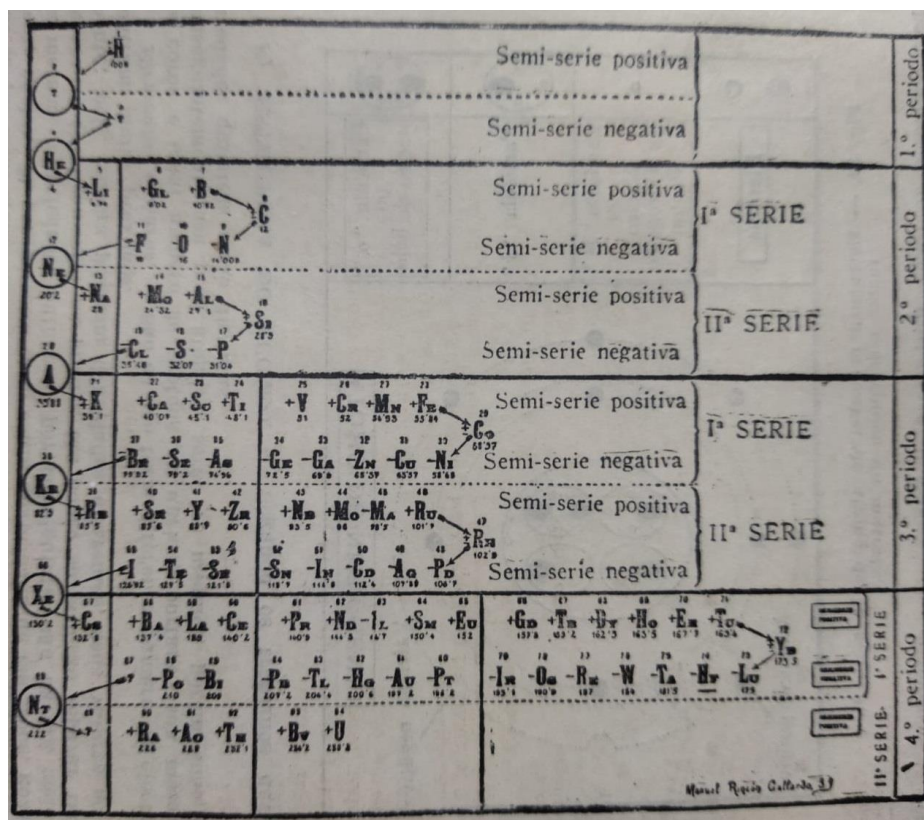
Quarto período =  $4 \times 4^2 = 64$  elementos

---

<sup>1</sup> Rydberg, em seu artigo de 1914.a, faz um resgate histórico de seus trabalhos originais de 1886 e 1897, produzidos em idioma alemão, acerca do número atômico.



**Figura 2:** Representação gráfica do sistema periódico dos elementos químicos utilizada por Puig em publicação de 1932.



Fonte: Puig (1932, p. 76).

Dos quatro elementos desconhecidos, o de número atômico 87 (Astat, atual número atômico 85) foi primeiramente sintetizado, em 1940, bombardeando bismuto com partículas alfa (Corson, Mackenzie & Segrè, 1940) e o de número atômico 89 (Frâncio, atual número atômico 87) foi obtido, em 1939 (Perey, 1939), pela química e física francesa Marguerite Catherine Perey (1909-1975). Já os elementos químicos de número atômico 2 (coronium) e 3 (nebulium), cuja existência era defendida por Rydberg, foram sugeridos a partir de estudos de linhas espectrais, que não correspondiam a nenhum composto conhecido, emitidas por constituintes presentes em nebulae e em corona (Pauli, 1994). Segundo Pauli (1994) tais linhas espectrais foram depois (década de 1930) relacionadas à átomos ionizados de elementos conhecidos. As linhas registradas de nebulae são decorrentes de íons oxigênio e nitrogênio e as de corona à íons ferros altamente energizados.

Podemos observar que para os elementos da representação gráfica indicada na Figura 2, com exceção do hidrogênio, os números atômicos são duas unidades maiores do que os números atômicos determinados por Moseley (propriedade utilizada na tabela periódica da IUPAC). Allen (1918), dez anos antes, já apontava para o fato de que vários trabalhos indicavam maior concordância com os números atômicos de Moseley do que os números atômicos de Rydberg. Apesar da aparente controvérsia acerca do tema, o jesuíta Eugênio Saz optou por utilizar os números atômicos de Rydberg ao invés dos determinados por Moseley.

No livro *Curso Geral de Química*, publicado em 1932, Puig informa, acerca das classificações periódicas dos elementos químicos, que:

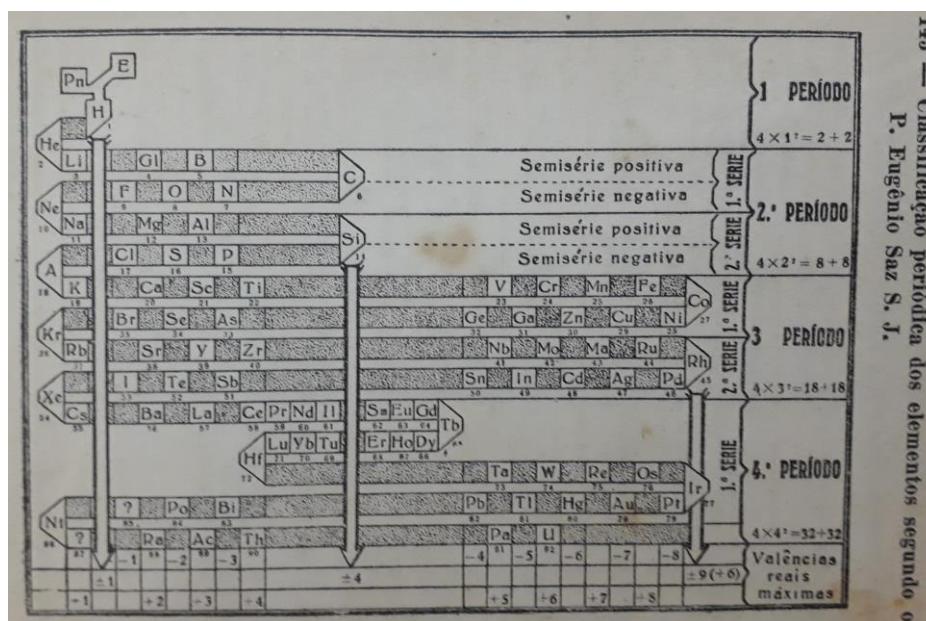
[...] são muitas as classificações propostas. A que, até pouco tempo, conservava a primazia era aquela devida ao químico russo Mendeleev e chamava-se classificação periódica, a qual dispunha os elementos em ordem crescente de seus pesos atômicos: depois de cada oito corpos, seguiam outros tantos com propriedades respectivamente iguais aos seus anteriores, decorrendo daí o motivo para uma classificação periódica. Atualmente a classificação de Mendeleev

está perdendo algum terreno e em seu lugar aparece a iniciada com Rydberg, também periódica, a qual ordena os elementos do mesmo número de elétrons das esferas exteriores, desde o hidrogênio, que apenas tem um, até o urânio, que é o que conta com mais. Esta classificação parece melhor fundada, já que as propriedades químicas dos elementos dependem diretamente, não de seu peso atômico, como antes se supunha, mas do número de elétrons da coroa; ficam, é verdade, alguns espaços vazios que assinalam, sem dúvida, a existência de elementos não descobertos ainda (Puig, 1932, p. 75-76).

Nessa narrativa, presente também na quarta edição desse livro (Puig, 1945, p. 105), Puig apresenta sua percepção em relação à crise da representação gráfica desenvolvida por Mendeleev e traz à tona os estudos de Rydberg. Ainda nesse livro é mencionado que a "[...] classificação periódica de Rydberg chegou a um alto grau de perfeição com as modificações introduzidas pelo jesuíta Eugenio Saz" (Puig, 1932, p. 76-77; Puig, 1945, p. 105), que foram publicadas em livros acerca da teoria das valências positivas e negativas datados de 1924. Vale mencionar que o padre Eugenio Saz foi professor de Química Analítica do Instituto Químico de Sarriá, publicou vários trabalhos sobre essa área do conhecimento e ficou conhecido nos meios espanhóis por sua teoria sobre valências positivas e negativas, que estava na linha das contribuições originais no campo da teoria da valência eletrônica (Brode, 1949; Varela, 1956).

Podemos observar que, apesar da manutenção da estrutura básica, existem algumas diferenças conceituais entre as representações do sistema periódico publicados. Existem dois tipos de representações: a primeira aparece nas produções de 1927 e 1932 (Figura 2) e a segunda nas produções de 1935 e 1945 (Figura 3).

**Figura 3:** Representação gráfica do sistema periódico dos elementos químicos utilizada por Puig em publicação de 1935.



Fonte: Puig (1935, p. 307).

Nas produções de 1927 e 1932, a representação gráfica apresentada segue a rigor a base conceitual de Rydberg, inclusive prevendo a existência de dois elementos químicos desconhecidos entre o hidrogênio e o hélio. Já nas produções de 1935 (p. 307) e 1945 (p. 105), apesar de seguir a base conceitual de Rydberg, os elementos químicos desconhecidos (coronium e nebulium) são desconsiderados, provavelmente influenciados pelas produções da época que indicavam que as linhas espectrais produzidas por constituintes químicos presentes em estrelas não eram atribuídas a novos elementos, mas sim a íons de elementos químicos conhecidos. No entanto, para manter a relação matemática idealizada nos estudos de Rydberg, que prevê quatro elementos químicos no primeiro período, Puig apresenta duas novas entidades (E e Pn) mais leves do que o átomo





conceitualmente e são lidas da mesma forma. Nas três representações gráficas os elementos químicos são dispostos por ordem crescente de número atômico (segundo entendimento de Rydberg) e separados em quadrantes (Rydberg) ou em linhas (Puig) segundo suas valências mais comuns.

Pauli (1994), em seu artigo *Rydberg and the periodic system of the elements*, narra, de forma breve, ter ficado muito impressionado, enquanto estudante, por Sommerfeld chamar, em seu livro, a forma de Rydberg de "cabalística". No entanto, nem mesmo Rydberg poderia prever que sua base matemática seria perfeitamente visualizada em propostas de tabelas periódicas mais modernas, tal como a escalariforme de Janet (1929), e que seria devidamente correlacionada e explicada - em termos mais modernos, utilizando a mecânica quântica - a partir do número máximo de elétrons em um período (Muradjan, 2014).

Acreditamos que os jesuítas Eugênio Vaz e/ou Ignacio Puig não tiveram contato com o trabalho de Janet (1929) acerca da tabela periódica escalariforme, caso contrário teriam percebido a relação entre o número de elementos químicos nos períodos definidos por Janet e o número de elementos calculados para cada período por Rydberg. Caso contrário, as representações gráficas do sistema periódico teriam sido desenvolvidas de forma diferente, sem a necessidade de colocar dois elementos desconhecidos entre o hidrogênio e hélio (representação gráfica utilizada nas produções de 1927 e 1932, Figura 2) ou, antes do hidrogênio (representação gráfica utilizada nas produções de 1935 e 1945, Figura 3).

#### 4. Considerações Finais

O jesuíta Ignacio Puig possui uma vasta produção de livros de divulgação científica e didáticos utilizados no Brasil. Em seu percurso como pesquisador, Puig produziu conhecimento científico em várias áreas do conhecimento, fato que, provavelmente, contribuiu para ser aceito como membro da Sociedade Argentina de Cosmobiologia e da Academia de Ciências do Rio de Janeiro.

Diante da produção de Puig na área de Química, nesta pesquisa nos detivemos em olhar apenas para as representações gráficas do sistema periódico dos elementos químicos presentes em suas produções, ou seja, uma representação desenvolvida pelo também jesuíta Eugênio Saz, que utilizou como base conceitual os trabalhos de Rydberg. A existência de duas diferentes representações para o sistema periódico dos elementos químicos, entre as produções de 1932 e 1935, indica que houve a necessidade de adaptação da representação devido a conhecimentos produzidos naquele período. Ainda que não seja indicado em nenhuma das produções analisadas, acreditamos que a refutação da existência dos elementos hipotéticos coronium e nebulium tenha sido um fator importante para a mudança de uma representação para outra.

Apesar das duas representações gráficas utilizadas por Puig serem semelhantes, embutem conhecimentos de diferentes naturezas. Na representação gráfica presente nas produções de 1927 e 1932, observamos que não existe conflito interno com a base conceitual utilizada, embora exista conflito externo com outras produções daquele período (tal como a teoria atômica e, principalmente, a mecânica quântica, que estava em processo de desenvolvimento e aceitação pela comunidade científica). Em relação a representação gráfica presente nas produções de 1935 e 1945, observamos conflito interno com a base conceitual (abandono de partes das considerações conceituais de Rydberg e tentativa de manter a representação gráfica utilizando o conceito de éter proposto por Mendeleev) e a manutenção de conflito externo com outras produções daquele período.

Consideramos que esse tipo de análise histórica, focada em construções científicas derrotadas é tão importante quanto uma análise de fatos científicos, contribuem para romper com uma perspectiva tradicional de História da Ciência, muito comum em livros didáticos e de divulgação científica, que reforçam uma história heroica da Ciência e dos cientistas. A análise histórica ora apresentada contribui ao apresentar, por meio da análise de produções do jesuíta Ignacio Puig, uma rede de vozes discordantes da representação gráfica do sistema periódico dos elementos químicos desenvolvida por Mendeleev. Tais

reflexões contribuem para compreender a dinâmica da produção e socialização do conhecimento químico que, na maioria das vezes, é desprezada no processo de ensino e aprendizagem da Química.

A partir do exposto no presente trabalho, acreditamos que outras análises históricas relacionadas ao desenvolvimento do sistema periódico dos elementos químicos, focadas em representações gráficas distintas da produzida por Mendeleev, devem ser realizadas. Tais estudos contribuirão para a produção de uma historiografia mais adequada sobre esse constructo científico, que faz parte dos conceitos fundacionais da Química.

## Referências

- Allen, H. S. (1918). XXXIII-Atomic and molecular number. *Journal of the Chemical Society, Transactions*, 113, 389-396.
- Alonso, R. (2017). *La sabiduría de Ignacio Puig*. <https://www.tribuna.com/salta/nota/2017-9-18-0-0-0-la-sabiduria-de-ignacio-puig>.
- Biografías y Vidas. (2004). *Ignacio Puig y Simón*. [https://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/puig\\_y\\_simon.htm](https://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/puig_y_simon.htm).
- Brode, W. R. (1949). Bibliography of chemistry, and chemical technology textbooks in the Spanish and Portuguese languages. *Journal of Chemical Education*, 26(10), 553-563.
- Civtat. (2022). *Ignasi Puig i Simon (1887-1961)*. [http://www.civtat.cat/puig\\_ignasi.html](http://www.civtat.cat/puig_ignasi.html).
- Corson, D. R., Mackenzie, K. R., & Segrè, E. (1940). Possible Production of Radioactive Isotopes of Element 85. *Physical Review*, 57(5), 459.
- Cruz, R. N. (2006). História e historiografia da ciência: considerações para pesquisa histórica em análise do comportamento. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, 8(2), 161-178.
- Giunta, C. J. J. A. R. (1999). Newlands' classification of the elements: periodicity, but no system. *Bulletin for the History of Chemistry*, 24, 24-31.
- Gonzaga, G. R., Miranda, J. C., & Ferreira, M. L. (2020). Ensino do tema tabela periódica na educação básica. *Research, Society and Development*, 9(1), e97911657.
- Grando, J. W., & Cleophas, M. G. (2020). “Para não ser um professor do século passado”: uma revisão sobre os 150 anos da Tabela Periódica e a Aprendizagem Móvel em Química. *Research, Society and Development*, 9(6), e173963567.
- Horvitz, L. A. (2003). *Eureka!: descobertas científicas que revolucionaram o mundo*. (Tradução Fiker, M. E). Rio de Janeiro: DIFEL.
- Imyanitov, N. S. (2011). The Periodic Law. Formulations, Equations, Graphic Representations. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 56(14), 2183-2200.
- Janet, C. (1929). *Considérations sur la structure du noyau de l'atome*. Beauvais: Imprimerie Départementale de l'Oise.
- Kargon, R. (1965). Mendeleev's chemical ether, electrons, and the atomic theory. *Journal of Chemical Education*, 42(7), 388-389.
- Lutfi, M. (2012). Produção social de livros escolares de química no Brasil, de 1810 a 1941. *Revista Virtual de Química*, 4(6), 703-718.
- Marcad, R. (1959). *A aventura da química: da pedra filosofal ao átomo* (R. da Fonseca, Trad.). Lisboa: Livros do Brasil.
- Martins, L. A-C. P. (2005). História da Ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, 11(2), 305-317.
- Martorano, S. A. A., & Marcondes, M. E. R. (2016). As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. *Investigações em ensino de Ciências*, 14(3), 341-355.
- Moseley, H. G. J. (1913). The high-frequency spectra of the elements. *Philosophical Magazine*, 26(156), 1024-1034.
- Muradjan, A. Z. (2014). Necessity of urgent revising and changing the present IUPAC notation scheme in the Periodic Table. *The General Science Journal*, 1-26.
- Pauli, W. (1994). Rydberg and the periodic system of the elements. In C. P. Enz & K. von Meyenn (Eds). *Writings on Physics and Philosophy* (Cap. 7, pp. 73-77). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Perey, M. (1939). Sur un élément 87, dérivé de l'actinium. *Comptes Rendus*, 208, 97-99.
- Polgár, L. *Bibliographie sur l'histoire de la Compagnie de Jesus 1901-1980. I - Toute la compagnie*. Roma: Institutum Historicum S.I., 1981.
- Puig, I. (1927). La noción d'isotopia. *Revista Catalana de Ciencia i Tecnologia*, 2(13), 89-100.
- Puig, I. (1932). *Curso Geral de Química* (2a ed.). Porto Alegre: Livraria do Globo.
- Puig, I. (1935). *Elementos de Química*, 4a série. Porto Alegre: Livraria do Globo.
- Puig, I. (1945). *Curso Geral de Química* (4a ed.). Porto Alegre: Livraria do Globo.

Romero, A. L. (2021). *Aspectos históricos, filosóficos e sociológicos do sistema periódico dos elementos químicos: implicações para o ensino de Química*. 408 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR.

Rydberg, J. R. (1914.a). XVIII. The ordinals of the elements and the highfrequency spectra. *Philosophical Magazine Series 6*, 28(163), 144-149.

Rydberg, J. R. (1914.b). Recherches sur le systeme des elements. *Journal de Chimie Physique*, 12, 585-639.

Sá-Silva, J. R., Almeida, C. D., & Guindani, J. F. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, 1(1), 1-15.

Scerri, E. (2001). A philosophical commentary on Giunta's critique of Newlands' classification of the elements. *Bulletin for the History of Chemistry*, 26(2), 124-129.

Scerri, E. (2015). The discovery of the periodic table as a case of simultaneous discovery. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 373(2037), 1-13.

Strathern, P. (2002). *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da Química*. Rio de Janeiro: Zahar.

Tolentino, M., Rocha-Filho, R. C., & Chagas, A. P. (1997). Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, 20(1), 103-117.

Udías, A. (2003). *Searching the heavens and the earth: the history of jesuit observatories*. Londres: Kluwer Academic Publishers.

Varela, M. M. (1956). Eduardo Vitoria, S. J.: A contemporary leader in the Spanish chemical world. *Journal of Chemical Education*, 33(4), 161-166.