

## ¿Moseleyo, moseleyo o moseleyón? Una excelente oportunidad para honrar a Moseley en el centenario de su muerte

Javier Cepeda Ruiz, Sonia Pérez Yáñez y Pascual Román Polo

**Resumen:** En 2015, año de la conmemoración del primer centenario de la muerte de Moseley, la División de Química Inorgánica de la IUPAC presentó las normas para nombrar los nuevos elementos químicos y la IUPAC anunció la verificación del descubrimiento de cuatro nuevos elementos químicos de números atómicos 113, 115, 117 y 118. Así se completa el periodo séptimo de la tabla periódica. Sus descubridores de Estados Unidos, Japón y Rusia han sido invitados a sugerir los nombres definitivos y sus símbolos. Es una excelente ocasión para que uno o varios de estos grupos perpetúen el nombre de Moseley a través de un elemento químico, a semejanza del mendelevio que inmortaliza a Mendeléiev.

**Palabras clave:** Tabla periódica, Moseley, Mendeléiev, IUPAC, elementos químicos, nombres, símbolos.

**Abstract:** In 2015, the year of the centenary of Moseley's death commemoration, the Inorganic Chemistry Division of the IUPAC presented the rules for naming new chemical elements and the IUPAC announced the official ratification of the discovery of four new chemical elements with atomic numbers 113, 115, 117, and 118. Thus the seventh period of the periodic table is completed. Their discoverers from United States, Japan and Russia have been invited to suggest permanent names and symbols. It is an excellent opportunity for one or more of these groups to perpetuate Moseley's name through a chemical element, as mendelevium immortalizes Mendeleev.

**Keywords:** Periodic table, Moseley, Mendeleev, IUPAC, chemical elements, names, symbols.

### INTRODUCCIÓN

El 30 de diciembre de 2015, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC en sus siglas inglesas) publicó una nota de prensa en la que anunciaba la ratificación oficial de los descubrimientos de cuatro nuevos elementos: 113 (ununtrio, Uut, Japón), 115 (ununpentio, Uup, Rusia y Estados Unidos), 117 (ununseptio, Uus, Rusia y Estados Unidos) y 118 (ununoctio, Uuo, Rusia y Estados Unidos), que habían sido descubiertos con anterioridad, con lo que se completa el séptimo período de la tabla periódica de los elementos químicos.<sup>[1]</sup> Los descubridores tienen el honor de proponer el nombre y símbolo del nuevo elemento descubierto por ellos. En esta excepcional ocasión, se podría honrar al gran científico británi-

co Henry (Harry) Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915) con ocasión de haberse conmemorado en 2015 el centenario de su muerte,<sup>[2-3]</sup> al igual que se homenajea al gran químico ruso Dimitri Ivánovich Mendeléiev (1834-1907) con el elemento de número atómico 101 (mendelevio, Md). Actualmente, existen cuatro posibles elementos, tres de ellos descubiertos por grupos conjuntos de investigadores norteamericanos y rusos, y uno por investigadores japoneses, con lo que bien podrían pensar en reconocer a Moseley por su impagable aportación científica con el nombre de un elemento que honrara su nombre.

El 3 de diciembre de 2015, dos miembros de la División de Química Inorgánica (DQI) de la IUPAC y otros expertos, concedores de la próxima aprobación del descubrimiento de cuatro nuevos elementos, enviaron para su publicación en la revista *Pure and Applied Chemistry* un artículo titulado "How to name new chemical elements. Provisional recommendations".<sup>[4]</sup> Este trabajo se gestó durante la Asamblea General y el Congreso Mundial de Química de la IUPAC celebrados en Busan (Corea del Sur, 8-9/8/2015) donde se propuso modificar las normas para nombrar nuevos elementos de los grupos 17 y 18. Tras el examen y aceptación por la División de Química Inorgánica, la propuesta sigue el protocolo establecido por la IUPAC y, más tarde, será ratificada por su Consejo. En el manuscrito se propone que, por razones históricas y de consistencia química, la terminación de los nuevos elementos acabe en "-io" para los elementos de los grupos 1-16, incluyendo los elementos del bloque f, "-o" para los elementos del grupo 17 y "-ón" para los elementos del grupo 18.



J. Cepeda Ruiz<sup>1</sup>



S. Pérez Yáñez<sup>2</sup>



P. Román Polo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química Aplicada, Facultad de Química, Universidad del País Vasco, Avda. Manuel de Lardizabal, 3, 20018 Donostia

<sup>2</sup> Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco, Apartado 664, 48080 Bilbao  
C-e: pascual.roman@ehu.es

Recibido: 14/03/2016. Aceptado: 21/04/2016.

### MENDELÉEV Y MOSELEY Y SU PRESENCIA EN LA TABLA PERIÓDICA

En un reciente artículo, Román<sup>[5]</sup> recordaba que los padres de la tabla periódica moderna de los elementos químicos fueron Mendeléiev y Moseley. La primera versión de la tabla periódica fue propuesta por Mendeléiev el 17 de febrero de 1869 (según el calendario juliano). En aquella fecha Mendeléiev contaba con 34 años. Este borrador fue publicado meses más tarde.

Mendeléiev fue capaz de ordenar los 63 elementos entonces conocidos en orden creciente de su peso atómico. Esta predicción se cumplió pocos años más tarde con el descubrimiento del galio (Lecoq de Boisbaudran, 1875), escandio (Nilson, 1879) y germanio (Winkler, 1886). Estos éxitos hicieron que Mendeléiev obtuviera una gran fama en los ámbitos científicos. A los éxitos iniciales de Mendeléiev, siguió el descubrimiento de nuevos elementos, entre ellos, las tierras raras, que no tenían cabida en su tabla, y los gases nobles para los que hubo que habilitar un nuevo grupo, el grupo 0, sugerido por William Ramsay (1852-1916), quien descubrió cinco de ellos. Los descubrimientos de los rayos X (Roentgen, 1895), la radiactividad natural (Becquerel, 1896) y el electrón (Thomson, 1897) hacían pensar que la naturaleza y estructura de los átomos era más compleja que lo que pensaba Mendeléiev. El químico ruso tuvo que alterar el orden de algunas parejas para acomodarlas en su tabla: Ar-K, Co-Ni y Te-I, de modo que coincidieran con los elementos de su grupo, los que exhibían propiedades físicas y químicas semejantes. Inicialmente, sus predicciones de nuevos elementos fueron un completo éxito, a lo largo de su vida completó su tabla periódica y predijo la existencia de 16 nuevos elementos de los que acertó 8 (eka-boro, escandio), (eka-aluminio, galio), (eka-silicio, germanio), (eka-manganeso, tecnecio), (tri-manganeso, renio), (dvi-teluro, polonio), (dvi-cesio, francio) y (eka-tántalo, protactinio) y erró en otros 8 que no fueron hallados (coronio, éter, eka-cerio, eka-molibdeno, eka-niobio, eka-cadmio, eka-yodo y eka-cesio).<sup>[6]</sup>

En la Figura 1, se muestra la evolución de los elementos descubiertos entre 1850 y 1925. Uno de los períodos de mayor productividad en el descubrimiento de nuevos elementos se alcanzó entre 1869 y 1907 (año de la muerte de Mendeléiev) como se aprecia en la gráfica. Estos descubrimientos fueron posibles gracias a la ley periódica de Mendeléiev y las técnicas científicas descubiertas, como la espectroscopía, los rayos X y la radiactividad, entre otras.

La tabla periódica de Mendeléiev basada en los pesos atómicos no podía resistir los nuevos descubrimientos ni la ubicación de algunos de los elementos químicos encontrados. Fue el joven físico británico, Henry Moseley (Figura 2), quien, con tan solo 26 años, resolvió los problemas del ordenamiento de los elementos químicos que le habían surgido a la ley periódica de Mendeléiev. A finales de 1913 y en los primeros meses de 1914 publicó en dos partes el trabajo *The High Frequency Spectra of the Elements*.<sup>[7-8]</sup> En menos de diez meses, trabajando en solitario, y a pesar de su juventud, estableció la ley que lleva su

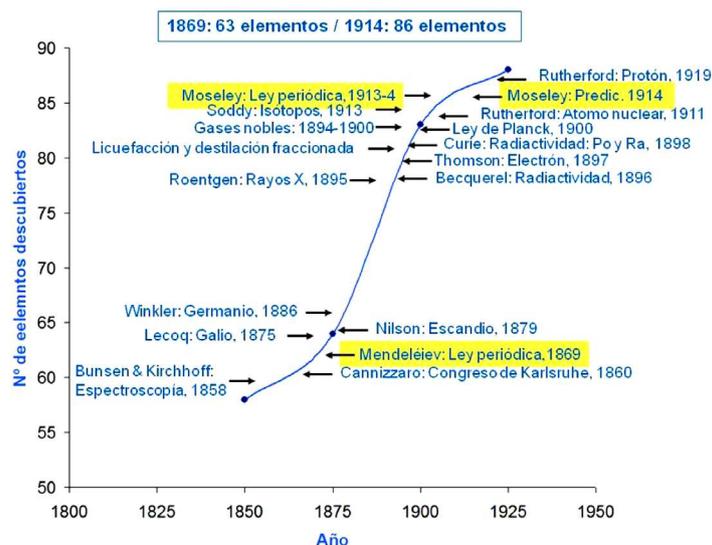


Figura 1. Evolución del descubrimiento de los elementos químicos entre 1850 y 1925

nombre,  $v = A(Z - b)^2$ , donde  $v$  es la frecuencia de las líneas del espectro de rayos X,  $Z$  es el número atómico y  $A$  y  $b$  son constantes que dependen del tipo de línea espectral. Esta ley permite actualmente clasificar a los elementos químicos en orden creciente de su número atómico y dar sentido físico-matemático a la tabla periódica sin ningún tipo de excepción, lo que no ocurría en la tabla periódica de Mendeléiev, donde las parejas Ar-K, Co-Ni y Te-I tenían sus pesos atómicos invertidos, pero ocupaban el puesto que les correspondía según la ley de Moseley. También, resolvió otros problemas como la predicción rigurosa y exacta de cuatro nuevos elementos que no habían sido descubiertos entre el aluminio ( $Z = 13$ ) y el oro ( $Z = 79$ ) y predijo que tendrían los números atómicos 43 (tecnecio, Tc, descubierto en 1937), 61 (prometio, Pm, hallado en 1945), 72 (hafnio, Hf, aislado en 1923), y 75 (renio, Re, descubierto en 1925).

En 1915, año de la muerte de Moseley, se conocían 86 elementos químicos. La tabla periódica en estos cien años se ha enriquecido con 32 nuevos elementos. En la actualidad, se ha comprobado que la ley de Moseley es una ley universal que se ha cumplido para los 118 elementos conocidos hasta hoy. Es de esperar que esta ley se seguirá cumpliendo y será la guía para llevar a cabo investigaciones que conducirán al descubrimiento de nuevos elementos a partir del número atómico 119. La tabla periódica no se ha concluido, sino que todavía faltan nuevos elementos por descubrir. Desde el uranio ( $Z = 92$ , U) ya no es posible aislar los elementos químicos, ya que no se encuentran en la naturaleza sino que hay que sintetizarlos en el laboratorio. Para ello, se utilizan las técnicas de fusión empleando distintos proyectiles como  $^{48}_{20}\text{Ca}$ ,  $^{70}_{30}\text{Zn}$  o  $^{86}_{36}\text{Kr}$  en el caso de los elementos recientemente admitidos por la IUPAC. Sin embargo, como ya ocurrió con las técnicas de aislamiento, habrá que pensar en otros procedimientos capaces de obtener los elementos más allá del elemento 118.



Figura 2. Henry Moseley en el laboratorio Balliol-Trinity de la Universidad de Oxford en 1910

Mendeléiev fue reconocido por sus aportaciones con el elemento de número atómico 101 (mendelevio, Md) gracias a la generosidad del gran científico norteamericano Glenn Theodore Seaborg (1912-1999), quien hizo la propuesta de recordar al químico ruso con un elemento descubierto por su grupo de investigación, que lideraba Stanley Gerald Thompson (1912-1976) en 1955 en plena Guerra Fría. Es digno de resaltar que no fueron los soviéticos a quienes se les ocurrió la idea de honrar a Mendeléiev con un nuevo elemento químico. Según la propuesta de la IUPAC, los posibles nombres para honrar a Moseley con un nuevo elemento podrían ser moseleyio (113 y 115), moseleyo (117) o moseleyón (118) y en todos los casos el símbolo sugerido podría ser Ms.

Es necesario recordar que existe una norma de la IUPAC que prohíbe utilizar el nombre de un elemento que hubiera sido propuesto con anterioridad, aunque no fuera aceptado en su momento, tal es el caso del moseleyio. En 1924, uno de los nombres propuestos para denominar al elemento de número atómico 43, que se descubriría finalmente en 1937 y recibiría el nombre de tecnecio (Carlo Perrier y Emilio Sègre, Universidad de Palermo, Italia), fue moseleyio. Sin embargo, los químicos Bosanquet y Keeley, tras un largo proceso de búsqueda del elemento de número atómico 43 a partir de minerales de manganeso no obtuvieron este elemento. Otra reivindicación para utilizar el nombre de moseleyio fue realizada por el profesor Hamer de la Universidad de Pittsburg en la revista *Science Magazine* y en una carta aparecida en la revista *Nature*.<sup>[9]</sup> Al haber utilizado el nombre de moseleyio en propuestas anteriores, la IUPAC no permite su uso en la actualidad. No obstante, la IUPAC podría hacer una excepción por la importancia de las aportaciones científicas de Moseley al avance y confirmación en el descubrimiento de nuevos elementos químicos.

Recientemente, voces autorizadas de grandes científicos expertos en la tabla periódica, liderados por Scerri, entre los que se encuentra un premio Nobel de Química, se

han manifestado en el periódico *The Times*, reivindicando que alguno de los nuevos elementos incorporados a la tabla periódica lleve el nombre de Moseley.<sup>[10]</sup> Además, aparece el comentario del editor científico de *The Times* “War hero unlocked science’s great secret” apoyando esta iniciativa. En dicha carta estos científicos argumentan que pocos nombres podrían ser más apropiados que el de Moseley.

## LOS NUEVOS ELEMENTOS 113, 115, 117 Y 118

En 2002, aparecieron publicadas las recomendaciones de la IUPAC para nombrar los nuevos elementos químicos en el artículo “Naming of new elements (IUPAC Recommendations 2002)”.<sup>[11]</sup> Ante la inminente ratificación oficial del descubrimiento de los cuatro elementos que faltaban para completar el período séptimo de la tabla periódica, destacados miembros de la División de Química Inorgánica de la IUPAC y otros expertos han publicado un artículo en la revista *Pure and Applied Chemistry* (todavía se halla en fase de revisión pública) titulado “Cómo nombrar los nuevos elementos químicos. Recomendaciones provisionales”.<sup>[4]</sup> Este artículo es una revisión y actualización del publicado por Koppenol en 2002. En este trabajo, tras una breve introducción, se recuerdan las recomendaciones existentes para nombrar nuevos elementos, se indican los tipos de nombres, que son:

1. un concepto o carácter mitológico (incluyendo un objeto astronómico);
2. un mineral o una sustancia similar;
3. un lugar, o una región geográfica;
4. una propiedad del elemento; o
5. un científico.

Se recomienda que los nombres de los nuevos elementos tengan una terminación que refleje y mantenga la consistencia histórica y química. La terminación de los nuevos elementos acabará en: “-io” (“-ium” en inglés), para los elementos de los grupos 1-16, incluyendo los elementos del bloque f, “-o” (“-ine” en inglés) para los elementos del grupo 17 y “-ón” (“-on” en inglés) para los elementos del grupo 18.

Por último, se establece el procedimiento para nombrar un nuevo elemento: *a)* la propuesta formal de un nombre (le corresponde a sus descubridores); *b)* examen por la División de Química Inorgánica de la IUPAC y revisión pública; *c)* nombramiento formal del elemento (una vez que se completa el proceso, el Presidente de la DQI envía la recomendación final al Consejo de la IUPAC para la aprobación formal por la IUPAC y su publicación en *Pure and Applied Chemistry*; *d)* antes y durante este proceso, el elemento puede ser nombrado por su número atómico, por ejemplo como “elemento 117” o por su nombre provisional “ununseptio”.<sup>[4]</sup>

Tras el anuncio de la IUPAC de la verificación del descubrimiento de los elementos que completan el séptimo período, los nuevos elementos y la asignación de las prioridades del descubrimiento se muestran en la Tabla 1. El

**Tabla 1.** Descubrimiento, ratificación (2015) y asignación de prioridades de cuatro elementos otorgada por la IUPAC.<sup>[1]</sup>

Elemento / Símbolo	Nombre temporal	Laboratorios, países* y año del descubrimiento
113 / Uut	Ununtrio	RIKEN, Japón (2004, 2012) <sup>[12, 20]</sup>
115 / Uup	Ununpentio	JINRD, Rusia; LLNL, EE. UU.; ORNL, EE. UU. (2009, 2010) <sup>[21]</sup>
117 / Uus	Ununseptio	JINRD, Rusia; LLNL, EE. UU.; ORNL, EE. UU. (2010, 2013) <sup>[22-23]</sup>
118 / Uuo	Ununoctio	JINRD, Rusia; LLNL, EE. UU. (2002, 2006) <sup>[24]</sup>

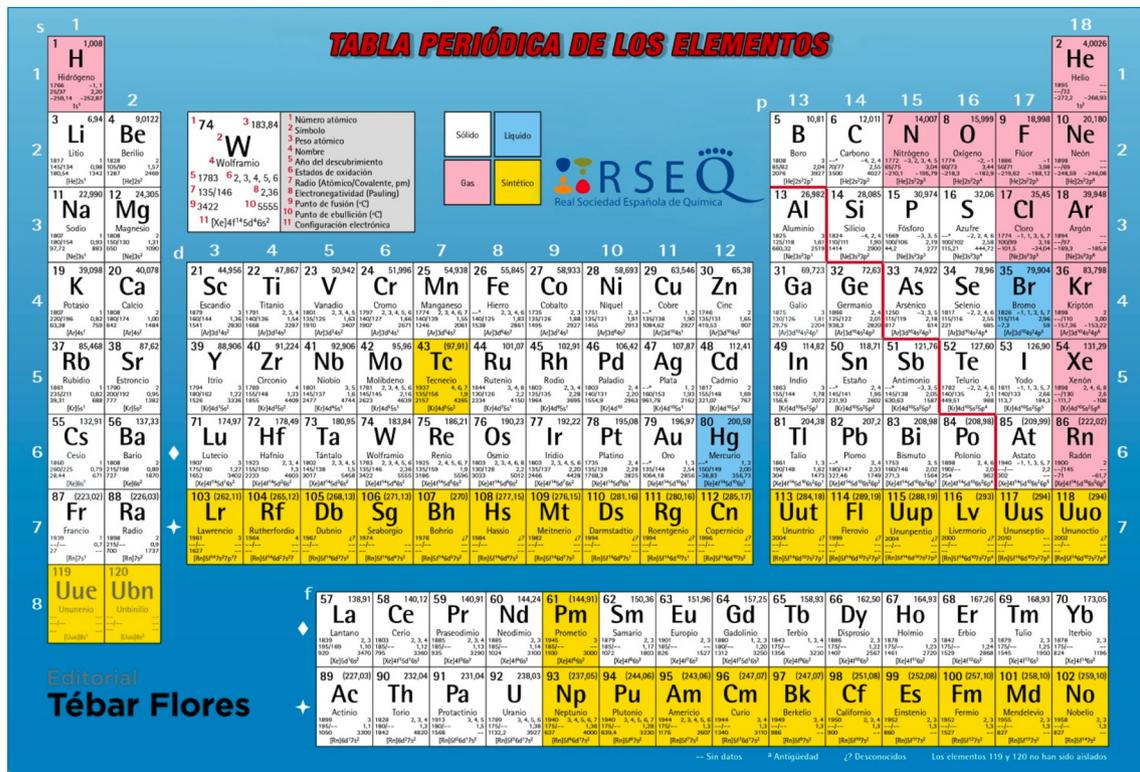
\* RIKEN: Rikagaku Kenkyujo, The Institute of Physical and Chemical Research, Japón.  
 JINRD: Joint Institute for Nuclear Research in Dubna, Rusia.  
 LLNL: Lawrence Livermore National Laboratory, EE. UU.  
 ORNL: Oak Ridge National Laboratory, EE. UU.

descubrimiento de los elementos 113, 115, 117 y 118 fue anunciado hace ya más de trece años en algún caso, aunque faltaba la ratificación del descubrimiento que sólo pueden llevar a cabo unos pocos laboratorios en todo el mundo. Una vez realizada esta verificación se ha producido un gran revuelo en las noticias de los principales medios de difusión de todo el mundo al anunciar que se habían descubierto cuatro nuevos elementos.<sup>[12-17]</sup> Pocos han sido los medios que han dado la noticia con rigor. De entre todos ellos, es necesario destacar el excelente artículo publicado por Ball en la BBC Earth.<sup>[18]</sup> Incluso alguna agencia de prensa ha cometido un error que se ha mantenido en

algunos periódicos. Es el caso del ununtrio ( $Z = 113$ ), que ha recibido una mayor atención por ser el primer elemento descubierto en Asia, concretamente en Japón, algunos medios han alterado su nombre provisional de “ununtrio” por el de “ununtrio”.<sup>[19]</sup> Incluso se han adelantado posibles nombres para el elemento de número atómico 113: japonio, rikenio o nishinanio.<sup>[20]</sup> Sólo un reducido número de átomos de estos cuatro elementos inestables han sido creados. Además, su inestabilidad les conduce a producir nuevos elementos que son, a su vez, inestables con una vida media de unos pocos segundos, lo que produce una desintegración en cadena de estos elementos. Estudios teóricos sugieren que se está cerca de la isla de estabilidad, donde se espera que los nuevos elementos que la ocupan puedan existir durante horas o incluso días.<sup>[14]</sup>

Por encargo de la Real Sociedad Española de Química, en 2016, la Editorial Tébar Flores ha publicado, con el asesoramiento de Román, una versión actualizada de la tabla periódica en la que se han incorporado los elementos 113, 115, 117 y 118 (Figura 3). En la Figura 4 se muestra un detalle de la tabla periódica anterior en la que se destacan los elementos del bloque p donde se distinguen los elementos de número atómico 113, 115, 117 y 118 que completan el período séptimo junto con el flerovio (Fl,  $Z = 114$ ) y el livermorio (Lv,  $Z = 116$ ). Es preciso recalcar que no se ha completado la tabla periódica como algunos autores han indicado. Nuevos y audaces experimentos conducirán al hallazgo de elementos químicos más allá de la isla de estabilidad (posiblemente con  $Z = 122$ ), o el límite superior de la teoría del tamaño ( $Z = 137$ ), e incluso se podrá alcanzar el límite de los elementos más pesados predichos teóricamente ( $Z = 173$ ).<sup>[18]</sup>

© 2016 Real Sociedad Española de Química



**Figura 3.** Nueva versión actualizada de la tabla periódica publicada por Editorial Tébar Flores y Román (2016)

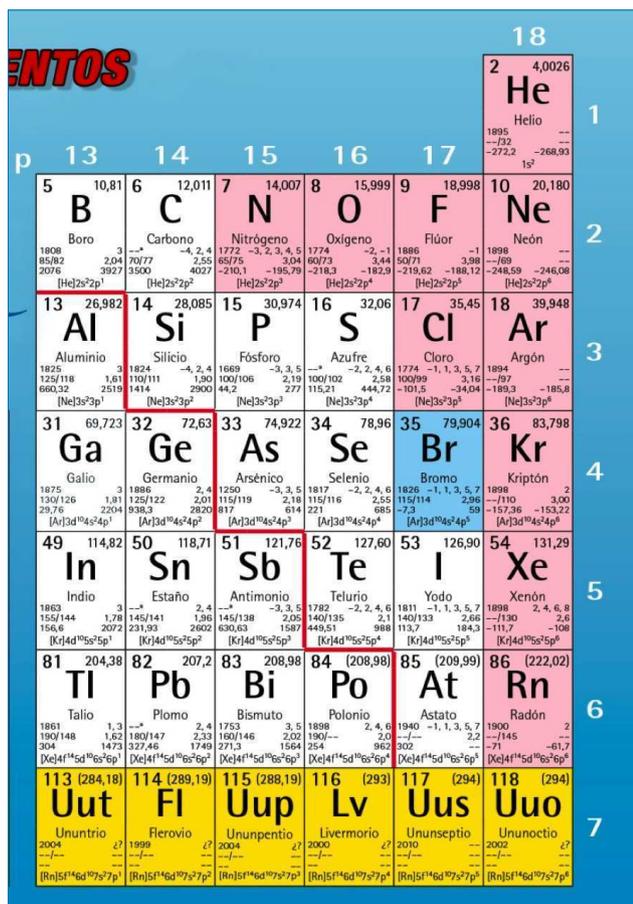


Figura 4. Detalle de la tabla periódica donde se destacan los nuevos elementos ratificados por la IUPAC 113, 115, 117 y 118

Recientemente, Scerri, basándose en la forma de la tabla periódica en escalera de izquierda a derecha, propuesta por el francés Charles Janet en la década de 1930, donde los elementos se ordenan de izquierda a derecha siguiendo la disposición de los bloques f, d, p y s, dice que para completar el último período faltan los elementos 119 y 120 (Figura 5).<sup>[25]</sup>

## CONCLUSIONES

La reciente ratificación oficial del descubrimiento de los elementos químicos de número atómico 113, 115, 117 y 118 por la IUPAC a finales de 2015 y la asignación de las prioridades a sus descubridores es una excelente ocasión para honrar la memoria de Moseley en el centenario de su muerte. Entre los científicos con méritos propios para que su nombre figure en la tabla periódica se hallan Mendeléiev y Moseley: los padres de la tabla periódica moderna. Mendeléiev tiene reconocida su aportación al icono de la cultura universal, con un elemento químico, gracias a que los norteamericanos se dignaron en honrarle con el mendelevio ( $Z = 101$ , Md), elemento descubierto en la Universidad de California, Berkeley, por Albert Ghiorso,

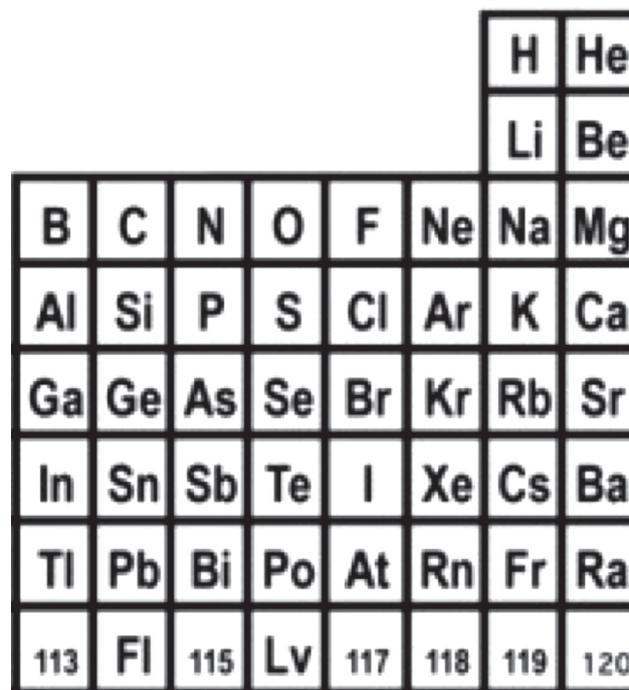


Figura 5. Detalle de la tabla periódica en forma de escalera de izquierda a derecha donde faltan los elementos 119 y 120 para completar el último período

Bernard G. Harvey, Gregory R. Choppin, Stanley G. Thompson y Glenn T. Seaborg en 1955.<sup>[26]</sup>

Moseley, quien dio sentido físico-matemático a la ordenación de los elementos químicos en la tabla periódica al clasificarlos en orden creciente de su número atómico, no tiene un elemento con su nombre que honre su memoria. Nos legó su famosa ley, que lleva su nombre, que permite predecir y sugerir reacciones nucleares que produzcan nuevos elementos una vez que se ha completado el período séptimo. El siguiente elemento que se descubra deberá inaugurar el período octavo si se utiliza la forma clásica (media o larga) de la tabla periódica. Sin embargo, falta inscribir el nombre de Moseley en la tabla periódica. Esta es una excelente ocasión para que alguno de los cuatro elementos que falta por asignar sea designado con su nombre. La IUPAC puede argumentar que ya se utilizó el nombre de Moseley en el primer tercio del siglo xx por algunos científicos al creer erróneamente que habían descubierto el elemento de número atómico 43. No obstante, las normas están para ser consideradas y cumplidas, pero si son inadecuadas se pueden modificar convenientemente.

Poliakoff presente que el elemento 113 se podría llamar japonicio y el 115, moscovio.<sup>[27]</sup> De ser cierto, el número de posibilidades se va reduciendo para honrar la memoria de Moseley con alguno de los cuatro elementos que acaba de ratificar oficialmente la IUPAC. Esto permite pensar que existe alguna posibilidad para que uno de los dos elementos restantes de números atómicos 117 y 118 pueda llevar el nombre de Moseley con alguna de las terminaciones citadas “-o”, para el 117, u “-ón” para el 118.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Discovery and Assignment of Elements with Atomic Numbers 113, 115, 117 and 118, *Nota de prensa de la IUPAC*, 30/12/2015, [bit.ly/22vGxpP](http://bit.ly/22vGxpP), visitada el 10/03/2016.
- [2] P. Román Polo, *Mendeléiev: El profeta del orden químico*, 2ª edición, Nivola, Tres Cantos (Madrid), **2008**.
- [3] E. J. Fernández, J. Fernández, *An. Quím.*, **2012**, *108* (3), 314-321.
- [4] W. H. Koppenol, J. Corish, J. Garcia-Martinez, J. Meija, J. Reedijk, *Pure Appl. Chem.* en prensa, DOI 10.1515/pac-2015-0802, [bit.ly/1VUtEVN](http://bit.ly/1VUtEVN), visitada el 10/03/2016.
- [5] P. Román Polo, *An. Quím.*, **2015**, *111* (4), 247-253.
- [6] E. Scerri, *The Periodic Table: Its Story and Its Significance*, Oxford University Press, Oxford, **2007**, p. 148.
- [7] H. G. J. Moseley, *Philos. Mag.*, **1913**, *26* (156), 1024-1034.
- [8] H. G. J. Moseley, *Philos. Mag.*, **1914**, *27* (157-62), 703-713.
- [9] E. Scerri, *A tale of seven elements*, Oxford University Press, Oxford, **2002**, p. 123.
- [10] E. Scerri, R. G. Egdell, R. Hoffmann, F. Hensel, J. M. Thomas, P. P. Edwards, Element of truth, Letters to the Editor, *The Times*, 27/02/2016, [thetimes.es/1Tq2h5d](http://thetimes.es/1Tq2h5d), visitada el 10/03/2016.
- [11] W. H. Koppenol, *Pure Appl. Chem.*, **2002**, *74*, 787-791.
- [12] It's official! element 113 was discovered at RIKEN, *RIKEN News & Media, Press Release*, 31/12/2015, [bit.ly/1S5C5f8](http://bit.ly/1S5C5f8), visitada el 10/03/2016 y referencias allí citadas.
- [13] A. Grant, Four elements earn permanent seats on the periodic table, *Science News*, 31/12/2015, [bit.ly/1RUO9zI](http://bit.ly/1RUO9zI), visitada el 10/03/2016.
- [14] The Periodic Table's Four New Elements, *Compound Interest*, 06/01/2016, [bit.ly/1OodRpk](http://bit.ly/1OodRpk), visitada el 10/03/2016.
- [15] S. Wong, Four new elements complete the seventh row of the periodic table, *New Scientist* 04/01/2016, [bit.ly/1MPGIY6](http://bit.ly/1MPGIY6), visitada el 10/03/2016.
- [16] I. Sample, Four new elements find a place on periodic table, *The Guardian*, 04/01/2016, [bit.ly/1ZKBC3s](http://bit.ly/1ZKBC3s), visitada el 10/03/2016.
- [17] J. Ouellette, Japanese Physicists Win Naming Rights For Element 113, *Gizmodo*, 04/01/2016, [bit.ly/1n5Djdz](http://bit.ly/1n5Djdz), visitada el 10/03/2016.
- [18] P. Ball, How many more chemical elements are there for us to find?, *BBC Earth*, 15/01/2016, [bbc.in/1T0I6sZ](http://bbc.in/1T0I6sZ), visitada el 10/03/2016.
- [19] Japón confirma el hallazgo del elemento número 113 de la tabla periódica, llamado ununtrio, *EFE, El Mundo*, 31/12/2015, [bit.ly/1mTl5fr](http://bit.ly/1mTl5fr), visitada el 10/03/2016.
- [20] Ununtrium, *Wikipedia*, [bit.ly/1ZYhgnd](http://bit.ly/1ZYhgnd), visitada el 10/03/2016 y referencias allí citadas.
- [21] Ununpentium, *Wikipedia*, [bit.ly/1KbfTZp](http://bit.ly/1KbfTZp), visitada el 19/01/2016 y referencias allí citadas.
- [22] Y. Ts. Oganessian, F. Sh. Abdullin, P. D. Bailey, D. E. Benker, M. E. Bennett, S. N. Dmitriev, J. G. Ezold, J. H. Hamilton, R. A. Henderson, M. G. Itkis, Yu. V. Lobanov, A. N. Mezentsev, K. J. Moody, S. L. Nelson, A. N. Polyakov, C. E. Porter, A. V. Ramayya, F. D. Riley, J. B. Roberto, M. A. Ryabinin, K. P. Rykaczewski, R. N. Sagainak, D. A. Shaughnessy, I. V. Shirokovsky, M. A. Stoyer, V. G. Subbotin, R. Sudowe, A. M. Sukhov, Yu. S. Tsyganov, V. K. Utyonkov, A. A. Voinov, G. K. Vostokin, P. A. Wilk, *Phys. Rev. Lett.* **2010**, *104*, 142502 (1-4).
- [23] Ununseptium, *Wikipedia*, [bit.ly/1PUouEa](http://bit.ly/1PUouEa), visitada el 10/03/2016 y referencias allí citadas.
- [24] Ununoctium, *Wikipedia*, [bit.ly/1nfoZzg](http://bit.ly/1nfoZzg), visitada el 10/03/2016 y referencias allí citadas.
- [25] E. Scerri, Those four new elements, *OUPblog*, Oxford University Press, 07/01/2016, [bit.ly/1OhvLh](http://bit.ly/1OhvLh), visitada el 10/03/2016.
- [26] Mendeleevium, *Wikipedia*, [bit.ly/1Zqh8QJ](http://bit.ly/1Zqh8QJ), visitada el 10/03/2016 y referencias allí citadas.
- [27] M. Poliakov, Four new elements (inc Japonium and Moscovium?), *Periodic Videos*, 06/01/2016, [bit.ly/1TsoXmy](http://bit.ly/1TsoXmy), visitada el 10/03/2016.

