

La tabla periódica de los elementos químicos para niños y abogados

Pascual Román Polo

Resumen: Con ocasión de conmemorarse en 2015 el primer centenario de la muerte de Moseley, quien junto con Mendeléiev está considerado el otro padre de la moderna tabla periódica de los elementos químicos, en el presente trabajo, se rinde un emocionado homenaje de gratitud por su gran aportación al acervo científico y cultural de la humanidad. Además, se pretende acercar la tabla periódica a los niños y los abogados. Se utilizará como idea ordenadora el número atómico. Se aprenderán los elementos químicos jugando como lo harían los niños. A este juego se invita a los abogados, quienes colaborarán con sus reglas mnemotécnicas para aprender grupos o familias de elementos que nos ayudarán en esta tarea.

Palabras clave: Tabla periódica, Moseley, Mendeléiev, niños, abogados, juego, reglas mnemotécnicas.

Abstract: On the occasion of the commemoration in 2015 the centenary of the death of Moseley, who along with Mendeleev is considered the father of modern periodic table of the chemical elements, in this paper, it is paid a heartfelt tribute of gratitude for his great contribution to scientific and cultural heritage of humanity. Another aim is to bring the periodic table to children and lawyers. The atomic number is used as ordering idea. We will learn the chemical elements playing as children would do it. In this game the lawyers are invited to participate, because with their mnemonics for learning groups or families of elements that will help us in this task.

Keywords: Periodic table, Moseley, Mendeleev, children, lawyers, game, mnemonics rules.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de los nombres de los elementos químicos de la tabla periódica, sus símbolos y su posición en ella es uno de los retos más difíciles con el que se enfrentan los estudiantes de la asignatura de química de todo el mundo en cualquier nivel de la enseñanza. Ante este desafío y según la pericia de sus profesores, los alumnos pueden adoptar dos posiciones extremas: admirar la tabla periódica o rechazarla. La tabla periódica de los elementos químicos es uno de los iconos de la ciencia más geniales. La tabla periódica, además de icono científico y una obra colectiva de grandes científicos, es un juguete cultural donde se pueden aprender nociones de arte, filología, geografía, gramática, historia, lenguas –sobre todo, el inglés–, mitología, y otras habilidades y destrezas –como el manejo de los paquetes de programas del MS Office u OpenOffice, Adobe Acrobat, PowerPoint y otros, así como la navegación a través de Internet–.^[1-4] Para su enseñanza se pueden utilizar reglas mnemotécnicas,^[5-11] aprendizaje memorístico de grupos de elementos según sus propiedades químicas o físicas, juegos



P. Román Polo

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

Recibido: 28/07/2015. Aceptado: 09/12/2015.

Tabla 1. Tabla de sustancias simples propuesta por Lavoisier (1789)

	NOMS NOUVEAUX.	NOMS ANCIENS CORRESPONDANTS.
	Lumière.	Lumière. Chaleur.
	Calorique.	Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu. Matière du feu et de la chaleur.
Substances simples qui appartiennent aux trois règnes, et qu'on peut regarder comme les éléments des corps.	Oxygène.	Air déphlogistiqué. Air empyréal. Air vital. Base de l'air vital. Gaz phlogistique.
	Azote.	Mofette. Base de la mofette. Gaz inflammable. Base du gaz inflammable.
	Hydrogène.	Soufre.
Substances simples, non métalliques, oxydables et acidifiables.	Phosphore.	Phosphore.
	Carbone.	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique.	Inconnu.
	Radical boracique.	Inconnu.
	Antimoine.	Antimoine.
	Argent.	Argent.
	Arsenic.	Arsenic.
	Bismuth.	Bismuth.
	Cobalt.	Cobalt.
	Cuivre.	Cuivre.
Substances simples, métalliques, oxydables et acidifiables.	Étain.	Étain.
	Fer.	Fer.
	Manganèse.	Manganèse.
	Mercur.	Mercur.
	Molybdène.	Molybdène.
	Nickel.	Nickel.
	Or.	Or.
	Platine.	Platine.
	Plomb.	Plomb.
	Tungstène.	Tungstène.
	Zinc.	Zinc.
Substances simples, salifiables, terreuses.	Chaux.	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.	Magnésie, base de sel d'Epsom.
	Baryte.	Baryte, terre pesante.
	Alumine.	Argile, terre de Falun, base de Falun.
	Silice.	Terre siliceuse, terre vitrifiable.



Figura 1. Henry Moseley en el laboratorio Balliol-Trinity de la Universidad de Oxford en 1910

y el empleo de canciones fáciles y no tan fáciles de retener, como la famosa canción *The Elements*, escrita e interpretada por Tom Lehrer,^[12-13] que recientemente se ha presentado según el orden creciente del número atómico, pero con diferente música.^[14]

Con ocasión de conmemorarse en 2015 el centenario de la muerte de Henry Moseley (1887-1915), en el presente trabajo se pretende rendirle un emocionado tributo de gratitud por haber encontrado la clave que permite ordenar los elementos químicos de manera científica y racional, es decir, según el orden creciente de su número atómico. Esta es, sin duda alguna, la propiedad más importante de la materia. Con esta clave los estudiantes de 3.º de ESO y niveles superiores nos guiarán en el aprendizaje de la tabla periódica y colaborarán en nuestra empresa los abogados, que con sus reglas mnemotécnicas nos ayudarán a recordar algunas familias o grupos de elementos. No debe olvidarse, que una de las primeras tablas de elementos químicos se debe al abogado y padre de la química moderna el francés Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794). Data de 1789 y fue publicada en su obra *Traité élémentaire de chimie* (Tabla 1).

En un reciente artículo, Román proponía un nuevo método –una marcha– para que los estudiantes de cualquier nivel de la enseñanza pudieran aprender los nombres de los elementos químicos de la tabla periódica y sus símbolos asociados con sus respectivos números atómicos de una forma sistemática, simple, rigurosa y divertida, acumulando el conocimiento adquirido en cursos inferiores para edificar la base de los cursos superiores.^[3]

¿QUIÉN FUE HENRY MOSELEY?

El 10 de agosto de 1915, en la campaña de Galípoli, la bala de un francotirador turco segaba la vida de Henry Gwyn Jeffreys Moseley (Figura 1), joven físico inglés, que se había alistado voluntario para combatir en la Primera Guerra Mundial en defensa de su patria. Su muerte fue una de las

mayores tragedias para el progreso de la ciencia que tuvo lugar en aquella contienda. Ese mismo año, Moseley había sido presentado por el gran químico sueco y premio Nobel de Química de 1903, Svante Arrhenius (1859-1927), para optar al premio Nobel de Física y de Química independientemente. ¿Qué méritos había alcanzado para ser propuesto a tan importantes galardones científicos con tan sólo 27 años? A finales de 1913 y en los primeros meses de 1914 publicó en *dos partes* el trabajo *The High Frequency Spectra of the Elements*.^[15-16]

Utilizando la recién descubierta espectroscopía de rayos X, Moseley encontró que se producía un aumento de la frecuencia de las líneas K_{α} y K_{β} en los espectros de los elementos. La progresión de la líneas K_{α} y K_{β} podía expresarse como una función del número entero, Z , el número atómico, según la ley de Moseley, $\nu = A(Z - b)^2$, donde ν 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 (Figura 2). De este modo, ordenó los elementos entre el aluminio y el oro y predijo los que

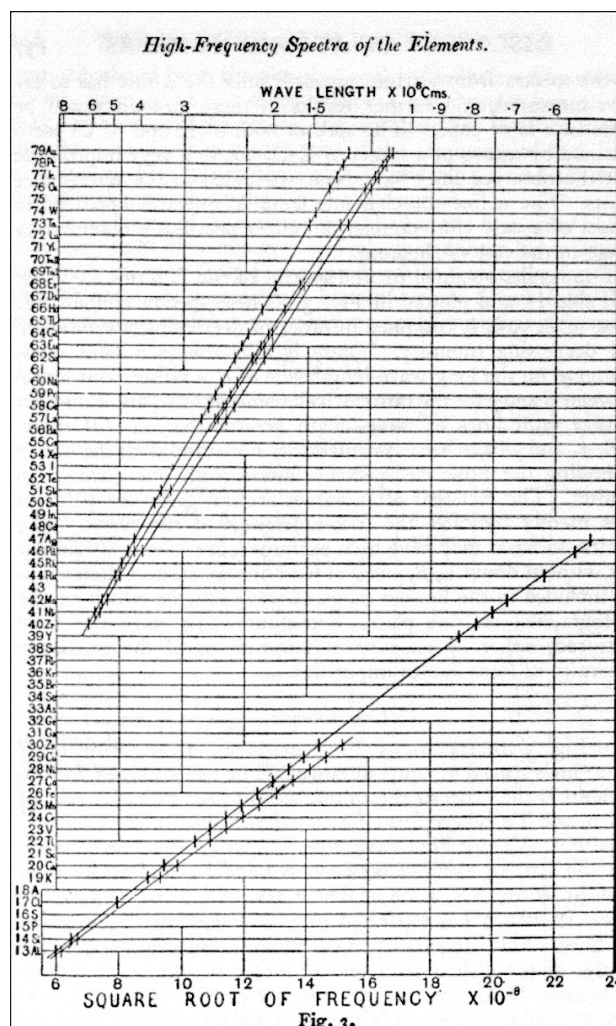


Figura 2. Representación gráfica de la ley de Moseley

todavía no se habían descubierto, como el renio (1925), el tecnecio (1937) y el prometio (1945) y dejó los huecos correspondientes.^[16] Entre paréntesis se indica el año en que fueron descubiertos. Esta ley podía extrapolarse más allá del aluminio y el oro, para convertirse en una ley periódica universal, que resiste el paso del tiempo, y que debe enfrentarse a los descubrimientos de nuevos elementos.

Gracias a Moseley, ahora nadie puede decir que la tabla periódica de los elementos químicos es difícil de aprender y entender. En la actualidad, se conocen 118 elementos químicos y si nos olvidamos de sus nombres se pueden ordenar siguiendo el orden creciente de los números naturales desde el 1 hasta el 118, que se corresponden con sus respectivos números atómicos. El número atómico es el número de protones que tiene un elemento en el núcleo y es igual al número de sus electrones para que el átomo sea eléctricamente neutro.

Para el aprendizaje de la tabla periódica basado en el número atómico vamos a seguir la siguiente estrategia:

1. Construiremos un par de plantillas para alojar a los elementos químicos y fabricaremos las fichas para escribir el número atómico y el nombre y símbolo de cada elemento.
2. Recortaremos las fichas con la ayuda de una tijera para colocarlas en el lugar que les corresponde en la tabla periódica.
3. Con ayuda de reglas mnemotécnicas, trataremos de aprender los nombres y los símbolos de los elementos.

Los pasos 1 y 2 los realizaremos con la ayuda de los estudiantes, mientras que el paso 3 lo desarrollaremos con el apoyo de las reglas mnemónicas que suelen utilizar los abogados para memorizar los artículos del Derecho.

DISEÑO DE LAS PLANTILLAS PARA APRENDER LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Dependiendo de la edad de los estudiantes, ellos mismos podrán elaborar las plantillas para obtener la tabla periódica o bien el profesor se las podrá facilitar. Los pasos que hay que seguir son:

1. Con el programa Microsoft Office se prepara una tabla de 9x19 rectángulos recortables (Figura 3). Para ello se toma una hoja DIN A4 (210x297 mm) con márgenes superior e inferior de 0,42 cm. y los márgenes derecho e izquierdo de 1 cm. Tipo de letra: Arial negrita. Tamaño: 18 puntos.
2. A partir de la Figura 3 se obtiene la Figura 4 para proceder a su numeración.
3. La columna de la izquierda se numera de arriba abajo del modo siguiente: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 6 y 7 y se indican los signos * y ♦ debajo de las columnas 2 y 3 (Figura 5).
4. Después de la primera columna de la izquierda, las columnas siguientes se numeran del 1 al 18 (véase la Figura 5).

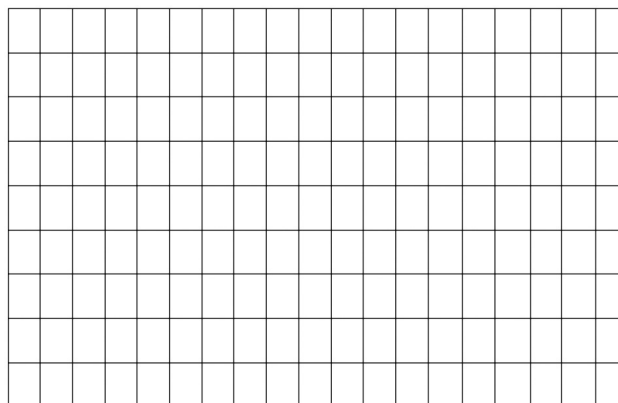


Figura 3. Plantilla para elaborar la tabla periódica de los elementos químicos. Tabla de rectángulos 19x9. Recortable

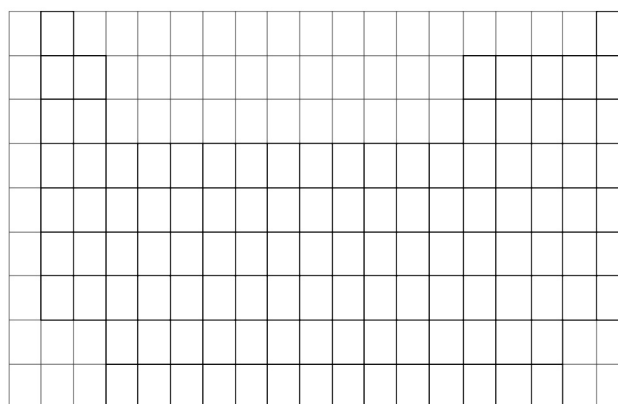


Figura 4. Tabla periódica de los elementos químicos. Elaboración de la tabla

	1																	18	
1	2																		
2																			
3		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
4																			
5																			
6		*																	
7		♦																	
6		*																	
7		♦																	

Figura 5. Tabla periódica de los elementos químicos. Numeración de las filas y columnas de la tabla

5. Se repite la Figura 5 en blanco y negro. Los estudiantes pintarán con lápices de colores las columnas en azul, amarillo, rojo y verde (véase la Figura 6). De esta forma intuitiva se les introduce el concepto de los bloques s, p, d y f, que aprenderán más adelante. Los colores se han elegido según el modelo establecido por Winter en su famosa tabla periódica que aparece en WebElements.^[17]

- Primera regla. **HH** dijo: “**La BBC NO FuNcioNa**”. Las letras en negritas nos indican total o parcialmente los símbolos de los elementos hidrógeno (H, $Z = 1$), helio (He, 2), litio (Li, 3), berilio (Be, 4), boro (B, 5), carbono (C, 6), nitrógeno (N, 7), oxígeno (O, 8), flúor (F, 9), neón (Ne, 10) y sodio (Na, 11). Se puede observar que de estos once elementos, seis tienen una sola letra como símbolo (H, B, C, N, O y F) y los cinco restantes dos letras (He, Li, Be, Ne y Na). Además, se puede profundizar en el conocimiento del origen de los nombres, su año de descubrimiento, quien fue su descubridor y algunas características físicas: estado físico (gas, líquido o sólido), etc.
- Segunda regla. Los gases nobles tienen unas características muy especiales, entre otras, tienen sus capas electrónicas completas y ocupan el grupo 18. Por ello, es recomendable saber el nombre de estos elementos gaseosos escasamente reactivos o no reactivos. Para recordar estos elementos se puede utilizar la frase: “**Hermano Negro Ármate Kontra la Xenofobia y el Racismo**”. Así, podemos recordar el helio (He, 2), neón (Ne, 10), argón (Ar, 18), criptón (Kr, 36), xenón (Xe, 54) y radón (Rn, 86). El último gas noble coincide con el elemento de número atómico 118 y se llama provisionalmente, según las normas de la IUPAC, ununoctio (Uuo). Este grupo de elementos, que se sujetarán con chinchetas de color amarillo, nos sirve de guía para saber cuántos elementos hay en cada período. Este valor se obtiene restando el número atómico de un período al del anterior. Así, entre el Ne y el He hay 8 elementos; entre el Ar y el Ne otros 8; hay 18 elementos entre el Kr y el Ar; así como entre el Xe y el Kr; pero hay 32 elementos entre el Rn y el Xe, al igual que entre el Uuo y el Rn. Los números 2, 8, 18 y 32 tienen un significado especial cuando se asocian con el número de electrones que van ocupando los orbitales s, p, d y f en los diferentes períodos. Además, el valor de Z nos servirá para describir la configuración electrónica de los elementos cuando considere el profesor que este concepto debe ser introducido.
- Tercera regla. Otro grupo significativo de elementos de la tabla periódica es el de los metales alcalinos, es decir, el grupo 1. En la mayoría de las tablas periódicas este grupo de metales está encabezado por el hidrógeno, que es el gas más ligero. La ubicación de este elemento es un problema que todavía está por resolverse de forma definitiva. Para recordar los elementos alcalinos se puede utilizar la siguiente regla mnemotécnica: “**LiNa Ke es Rubia Casó en Francia**”. Se aprecia que con esa sencilla frase se pueden memorizar todos los metales alcalinos: litio (Li, 3), sodio (Na, 11), potasio (K, 19), rubidio (Rb, 37), cesio (Cs, 55) y francio (Fr, 87). De nuevo, si restamos el número atómico de dos elementos consecutivos del grupo 1 de la tabla periódica aparecen los números: 8, 18 y 32.
- Cuarta regla. Los elementos que forman el tercer período (constituido por ocho elementos del 11 al 18) se pueden recordar teniendo en cuenta una sencilla pregunta. ¿Cómo te fue el examen de ayer? **NorMAL. SusPenSo ClARo**. Las letras señaladas en negrita sirven para recordar los elementos sodio (Na, 11), magnesio (Mg, 12), aluminio (Al, 13), silicio (Si, 14), fósforo (P, 15), azufre (S, 16), cloro (Cl, 17) y argón (Ar, 18).
- Quinta regla. Los 18 elementos comprendidos entre el potasio (19) y el Kr (36) constan de elementos de los bloques s, d y p. La regla mnemotécnica para este conjunto de elementos es la siguiente: “**El Kurdo CaSi TuVo todos los CroMos en la Feria de ColoNia, pero el CuZqueño Ganó en inGenio al SoBrio Kurdo**”. Las letras resaltadas en negrita permiten acordarse de los 18 elementos del cuarto período: potasio (K, 19), calcio (Ca, 20), escandio (Sc, 21), titanio (Ti, 22), vanadio (V, 23), cromo (Cr, 24), manganeso (Mn, 25), hierro (Fe, 26), cobalto (Co, 27), níquel (Ni, 28), cobre (Cu, 29), cinc (Zn, 30), galio (Ga, 31), germanio (Ge, 32), arsénico (As, 33), selenio (Se, 34), bromo (Br, 35) y criptón (Kr, 36).
- Sexta regla. Los diez elementos descubiertos en los últimos años desde el 103 al 112, se pueden memorizar respondiendo a la siguiente pregunta. ¿Qué sabes de Laura y Rafa? **Laura y Rafa Deben Seguir Bien. Hasta el Martes, aDios, Rogelio, Campeón**. Las letras destacadas en negrita permiten recordar los 10 elementos del séptimo período: lawrencio (Lr, 103), rutherfordio (Rf, 104), dubnio (Db, 105), seaborgio (Sg, 106), bohrio (Bh, 107), hassio (Hs, 108), meitnerio (Mt, 109), darmstadtio (Ds, 110), roentgenio (Rg, 111) y copernicio (Cn, 112).
- Otras reglas. Los estudiantes ayudados por sus profesores pueden hallar otras reglas mnemotécnicas para memorizar los elementos de grupos o los de los lantanoides (del 57 al 70) y actinoides (del 89 al 102).

Actualmente, la tabla periódica de los elementos consta de 118 elementos desde el $Z = 1$ (hidrógeno, H) al $Z = 118$ (ununoctio, Uuo). Con el descubrimiento del elemento $Z = 117$, el 5 de abril de 2011,^[18] se completaba el período séptimo de la tabla periódica. Para animar a los estudiantes a aprender los nombres de los elementos químicos hay que sugerirles que es muy fácil de asimilar, ya que sólo es necesario saber contar la serie de los números naturales del 1 al 118. A cada número (su número atómico, Z) hay que asociarle un nombre distinto para cada elemento y a cada nombre un símbolo de una, dos o tres letras. De este modo, tomando como guía los números atómicos se pueden ir aprendiendo poco a poco los nombres de los elementos de la tabla periódica en bloques de 4, 5 o 10 versos.

Así, la marcha de los elementos químicos está compuesta por treinta estrofas de cuatro versos amétricos (del $Z = 1$ al $Z = 120$), aunque los elementos 119 y 120 aún no han sido aislados.^[3] En la Tabla 2 se muestran los veinte primeros elementos químicos y el modo de aprenderlos. Cada verso está formado por el número atómico del elemento, junto con su nombre y su símbolo deletreado por las letras

que lo componen. De este modo, quedan asociados en una misma línea el número atómico, el nombre del elemento correspondiente y su símbolo, que permite de una forma sencilla su asociación y memorización.

Se pueden establecer otras divisiones con el fin de lograr un mejor ritmo didáctico en los estudiantes. La aplicación de la música es un buen método para aprender cantando los elementos químicos de la tabla periódica. La música se puede extender a todos los elementos de la tabla periódica. También se pueden asociar los elementos químicos en grupos de cinco o diez versos que se pueden cantar o recitar como si se estuviera aprendiendo la tabla de multiplicar.

Tabla 2. Letra de los primeros veinte elementos químicos en estrofas de diez versos

Marcha de los elementos químicos

Del hidrógeno (Z = 1) al calcio (20)

uno, hidrógeno, hache,
 dos, helio, hache e,
 tres, litio, ele i,
 cuatro, berilio, be e,
 cinco, boro, be,
 seis, carbono, ce,
 siete, nitrógeno, ene,
 ocho, oxígeno, o,
 nueve, flúor, efe,
 diez, neón, ene e.
 once, sodio, ene a,
 doce, magnesio, eme ge,
 trece, aluminio, a ele,
 catorce, silicio, ese i,
 quince, fósforo, pe,
 dieciséis, azufre, ese,
 diecisiete, cloro, ce ele,
 dieciocho, argón, a erre,
 diecinueve, potasio, ka,
 veinte, calcio, ce a.

Una vez aprendidos los nombres de los elementos en la lengua materna es muy difícil que se olviden por lo que se pueden recordar con facilidad los nombres de los elementos químicos o ampliar su número en los cursos siguientes. Tras una adecuada planificación, es posible que todos los estudiantes de un mismo nivel hayan adquirido el conocimiento de los nombres de los elementos químicos y sus símbolos asociados con sus respectivos números atómicos de una forma agradable: a través del juego. Los profesores pueden estimular a sus estudiantes fomentando la creatividad de nuevos ritmos para su aprendizaje.

La ventaja que ofrece este método es que puede ser utilizado para aprender a contar y conocer los nombres de los elementos químicos y deletrear sus símbolos en otros idiomas con un mínimo esfuerzo. Además, cada estudiante o grupo de estudiantes junto con sus profesores pueden utilizar otros ritmos como el rap, canciones infantiles o populares, cantos regionales u otras músicas de fácil recuerdo.

Este método no sólo es válido para los jóvenes estudiantes, también es de utilidad para todas aquellas personas interesadas “tengan o no relación con la Química” en mejorar su memoria tratando de aprender los nombres de los elementos químicos y sus símbolos y sus respectivos números atómicos. El conocimiento de la tabla periódica de los elementos químicos puede servir para encriptar o codificar algunos números. Por ejemplo, si una persona aparca su automóvil en un aparcamiento público en la plaza de número 1117, puede anotar en su tarjeta NaCl (11 = Na, 17 = Cl) para recordar el número donde se encuentra su vehículo. También puede utilizarse este método para recordar la clave o pin de su tarjeta bancaria.

Cuando se conoce la tabla periódica de los elementos se pueden afrontar retos como el que propone Merck a través de su juego educativo e interactivo (Figura 7) para aprender química y ejercitar la memoria.^[19] Son diez ejercicios interactivos donde la puntuación se obtiene por cada respuesta acertada mientras el reloj va avanzando. Cuanto antes se responde, la puntuación se ve incrementada por la bonificación temporal. El ejercicio número diez es el más interesante, porque además de saber las relaciones que existen entre los doce elementos que aparecen ocultos hay que ejercitar la memoria para identificar las seis parejas de elementos que se proponen en este ejercicio antes de que se agote el tiempo. Sé que este es un juego educativo que engancha a los estudiantes de química porque lo he experimentado con mis alumnos y les produce una gran satisfacción cuando alcanzan cuatro mil o más puntos.



Figura 7. Tabla periódica de los elementos de Merck. Juego interactivo para aprender química

CONCLUSIONES

El uso de los juegos infantiles junto con la habilidad que han adquirido los estudiantes de contar con soltura la serie de los números naturales, que coincide con el orden creciente del número atómico, les permite completar la tabla periódica de los elementos químicos. La identificación del número atómico con el nombre del elemento y

su símbolo, permitirá al profesor reforzar la idea de que la propiedad esencial de la materia es el número atómico. Este es inmutable para cada elemento –todos los isótopos de un mismo elemento tienen el mismo número atómico–, mientras que el nombre del elemento puede ser uno u otro según a quien se lo atribuya la IUPAC. Por ejemplo, los nombres de los elementos 113, 115, 117 y 118 se deben conceder todavía. Sin embargo, ya sabemos con antelación que se asignarán a los cuatro números atómicos referidos, aunque desconozcamos de momento sus nombres y símbolos definitivos.

Los abogados mediante el empleo de reglas mnemotécnicas pueden ayudar a recordar familias y grupos de elementos, para de este modo memorizar los nombres y símbolos de los elementos químicos. Los profesores pueden estimular a sus alumnos implicándoles en la creación de nuevas reglas mnemotécnicas y sugerirles que entre los elementos de cada grupo hay propiedades físicas y químicas comunes, como las hay en literatura entre distintos escritores que pertenecen a un mismo movimiento literario.

La historia de la Revolución Francesa y la I Guerra Mundial se pueden introducir en el momento que lo desee el profesor para recordar a dos grandes científicos: al abogado y químico francés Lavoisier –padre de la química moderna (1789)– y al físico británico Moseley (1913-1914) –el otro padre de la tabla periódica moderna junto con el químico ruso Mendeléiev (1869)–. Aquí el profesor puede mostrar a sus alumnos, cuál es la diferencia entre las aportaciones de Mendeléiev y Moseley, así como la importancia de la Física en la definición de la actual tabla periódica de los elementos químicos.

Una vez asimilada la tabla periódica de todos los elementos se pueden afrontar algunos retos como el que propone la compañía Merck en su página web^[19] a través de un juego interactivo para aprender química de una forma sencilla y que engancha a los estudiantes hasta conseguir su propia marca.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Román Polo, XXXI Reunión Bienal de la RSEQ, Com. G9-O2, **2007**, p. 221.
- [2] P. Román Polo, Jornada sobre “Aprendizaje activo de la Física y la Química”, **2007**, 35-42, <http://bit.ly/oIrMdH>, visitada el 27/07/2015.
- [3] P. Román Polo, *An. Quím.*, **2011**, 107 (3), 262-265.
- [4] P. Román Polo, XXXV Reunión Bienal de la RSEQ, Com. S4-OC-03, **2015**, p. 237.
- [5] C. Olive, D. Riffont, *J. Chem. Educ.* **2008**, 85, 1489.
- [6] J. R. Hara, G. R. Stanger, D. A. Leony, S. S. Renteria, A. Carrillo, K. Michael, *J. Chem. Educ.* **2007**, 84, 1918.
- [7] T. Chambers, J. Arab, *J. Chem. Educ.* **2006**, 83, 1761.
- [8] M. N. Quigley, *J. Chem. Educ.* **1992**, 69, 138-140.
- [9] W. Covey, *J. Chem. Educ.* **1988**, 65, 1089.
- [10] L. W. Clark, *J. Chem. Educ.* **1959**, 36, 57.
- [11] T. J. Cossairt, W. T. Grubbs, *J. Chem. Educ.* **2011**, 88, 841-842.
- [12] T. Lehrer, Música de *The Elements*, <http://bit.ly/oOoT3m>, visitada el 27/07/2015.
- [13] T. Lehrer, Letra de *The Elements*, <http://bit.ly/qctu3C>, visitada el 27/07/2015.
- [14] AsapSCIENCE, The New Periodic Table Song (Updated), <http://bit.ly/1NIrRgm>, visitada el 27/07/2015.
- [15] H. G. J. Moseley, *Philos. Mag.*, **1913**, 26 (156), 1024-1034.
- [16] H. G. J. Moseley, *Philos. Mag.*, **1914**, 27 (157-62), 703-713.
- [17] M. Winter, WebElements periodic table, <http://www.webelements.com>, visitada el 27/07/2015.
- [18] 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. Sagaidak, 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).
- [19] Tabla periódica de los elementos de Merck. Juego interactivo, <http://bit.ly/1LTHNw2>, visitada el 27/07/2015.