Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Silva et al., Vol. 5, Nº 16, 101–106, septiembre–diciembre, 2019.

Dissemination article: Periodic table. The colorful heart of chemistry turns 150 years old.

Jhorbelis Silva, Ibelise Peña, Natacha Tellería–Mata,* Magaly Henríquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación,
Centro Nacional de Tecnología Química, Caracas, Venezuela.

Summary

The periodic table is a systematic and organized distribution of all existing natural and synthetic chemical elements. It was built by an arduous work of researchers from different generations, who contributed to the studies of the matter and its properties. Mendeleev in 1869 proposed the first periodic table, consisting of 63 elements discovered for the time and managed to make important predictions of elements that had not yet been studied. It is a tool widely used by both chemists and scientists from other disciplines. From it, important information on the chemical and physical properties of the elements can be obtained, it also allows differentiating and easily locating groups that share characteristics in common, classified in a range of colors that make it the colorful heart of chemistry and in this Year is the celebration of its sesquicentennial anniversary. In this article we present the most outstanding aspects of its history, organization and importance.
Keywords: periodic table; chemical elements; chemical properties.

Articulo de Divulgación: Tabla Periódica. El colorido corazón de la química cumple 150 años

Resumen

La tabla periódica es una distribución sistemática y organizada de todos los elementos químicos naturales y sintéticos existentes. Fue construida por un arduo trabajo de investigadores de distintas generaciones, quiénes contribuyeron en los estudios de la materia y sus propiedades. Mendeléiev en al año 1869 propuso la primera tabla periódica, constituida por 63 elementos descubiertos para la época y logró hacer predicciones importantes de elementos que aún no habían sido estudiados. Es una herramienta ampliamente utilizada tanto por los químicos como por científicos de otras disciplinas. A partir de ella puede obtenerse información importante de propiedades químicas y físicas de los elementos, además permite diferenciar y ubicar de forma fácil grupos que comparten características en común, clasificados en un abanico de colores que la hace el corazón colorido de la química y en este año es la celebración de su sesquicentenario aniversario. En este artículo presentamos los aspectos mas resaltantes de su historia, organización e importancia.
Palabras clave: tabla periódica; elemento químico; propiedades químicas.

Recibido: noviembre 2019;
Aceptado: diciembre 2019.

*Autor para correspondencia: N. Tellería e–mail: publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

Uno de los mas grandes logros en la historia de la química lo comprende la construcción de la tabla periódica. Ésta alberga información valiosa acerca de las características de todos los elementos químicos naturales y sintéticos existentes en el universo (118 hasta la fecha), organizada de una forma sistemática. Está presente en las paredes de casi todas la aulas y laboratorios en donde se recibe enseñanza de química e incluso es ampliamente utilizada por otras ciencias como en la biología, la física, la arqueología, la geología, la astronomía, ciencia ambiental, ciencia de los materiales y todas las ingenierías. La hemos visualizado en pósters, murales, camisas y un sinfín accesorios más; por éste motivo es considerada como uno de los íconos más conocidos y utilizados por la humanidad [1, 2].

Para esa disposición ordenada de los elementos químicos y sus propiedades fue necesario que los científicos siguieran algún tipo de normativa donde se apreciara una tendencia periódica [1].Es por ello que vamos a analizar los aspectos relevantes acerca su evolución histórica, del descubrimiento de los elementos químicos y el criterio de organización de los científicos.

Descubrimiento de los elementos químicos

La manipulación de los elementos químicos data desde la prehistoria, las civilizaciones más antiguas utilizaron distintos elementos en la fabricación de piezas, como joyas, herramientas y utensilios, sin tener idea de qué material se trataba. En un principio, emplearon metales puros como el oro, la plata, el cobre y el estaño para sus fabricaciones, siglos más tarde descubrieron aspectos que consideramos muy importantes en la actualidad como el proceso de fundición de los metales y la unión entre ellos para formar aleaciones [2].

A lo largo de los siglos, distintas civilizaciones y culturas han intentado dar explicación acerca de la composición principal de la materia. Los antiguos griegos, fueron los primeros en cuestionarlo de forma racional. Mediante años de reflexión llegaron a la conclusión de que la materia estaba constituida por cuatro elementos (tierra, aire, agua y fuego); años posteriores, Aristóteles añadió a la lista un quinto elemento, llamado la quinta esencia (éter), representativo de la perfección y pureza. Los griegos consideraban que cada elemento podía combinarse en proporciones variables para producir otros tipos de sustancias, definieron que la acción por la cual se combinaban los elementos era el amor y podían separarse a partir de la lucha. Una descripción filosófica que no resultó ser tan mítica después de todo, ya que lo que ellos describían como amor, en otras palabras era una fuerza de atracción entre las partículas, y la lucha, una fuerza de repulsión. Confirieron cualidades obtenidas al combinar estos elementos, lo cálido surgía al mezclar aire con fuego, la sequedad al combinar fuego con tierra, el frío aparecía por acción del agua sobre la tierra y por último la humedad, al mezclar el agua con el aire. A pesar de que todas las teorías griegas nacieron a partir de un razonamiento especulativo, sin ninguna experimentación alguna que sustentara dichas afirmaciones, permaneció vigente por un largo período de tiempo [2, 4].



Figura 1: Representación de un alquimista

Fuente: Robert [3].

No fue sino hasta la edad media, cuando los alquimistas árabes, europeos y orientales, objetaron las ideas propuestas por los antiguos griegos, la Figura 1 muestra la representación de un alquimista. Ellos pensaban que los distintos elementos eran la misma sustancia con diferentes grados de pureza. El oro era considerado el más puro de todos. Tenían una obsesión en convertir a todos aquellos materiales que no consideraban valiosos en otros más preciados como el oro y aseguraban que había una manera de lograrlo a partir de la piedra filosofal. En ésta infructuosa búsqueda de la transmutación de los metales, no lograron

obtener los resultados deseados, sin embargo, lo que sí lograron fue desarrollar una importante variedad de equipos, procesos, así como el descubrimiento de nuevos elementos, acabando con el mito griego, entre los cuales se destacan: el fósforo, el arsénico, el antimonio, el bismuto y el zinc. Su contribución es sin duda, un importante aporte puesto que los elementos descubiertos forman parte hoy en día de la tabla periódica [2].

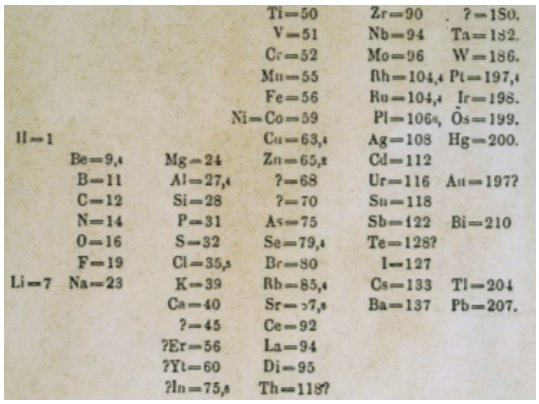
La alquimia, disciplina vinculada con principios filosóficos, míticos y espirituales, ayudó a asentar las bases de la química. Para finales del siglo XIX es cuando comienza a surgir esta ciencia moderna, haciéndose apreciable a partir de los estudios del alquimista y químico Robert Boyle, quién dedica parte de sus investigaciones en tratar de explicar cómo estaban estructurados los elementos que se habían descubierto hasta la fecha. Para él, existía un cuerpo elemental que se encontraba presente en todos los cuerpos. Tras sus investigaciones logra proponer que la materia se encontraba conformada por pequeñas partículas a las cuales denominó átomos. Boyle deja registros de todos su experimentos y realiza una publicación llamada "Químico Escéptico" con el que comienza a aplicarse el método científico; razón por la cual es considerado como el primer químico moderno [5].

Un siglo después, surge la primera definición moderna de elemento químico, aportada por el científico Antoine Laurent de Lavoisier, como "una sustancia química que no puede descomponerse en otra sustancia mas simple". A diferencia de Boyle, quien no logró descubrir elementos químicos debido a sus limitaciones, Lavoisier logró publicar una tabla donde exponía y nombraba más de treinta sustancias elementales descubiertos por él y tuvo un alto grado de asertividad, puesto que la mayoría de esos elementos son correctos desde el punto de vista actual; lamentablemente sus investigaciones fueron cercenadas tras ser ejecutado en la guillotina durante la Revolución Francesa. Por su valiosas contribuciones y gran trabajo, es considerado el fundador de la química moderna [6]

¿Cómo nace la tabla periódica que hoy conocemos?

El incremento de elementos descubiertos fue notable entre los siglos XVIII y XIX, para esa época ya eran 63 los que conformaban el listado. Sin embargo, los químicos querían buscar una forma de organizarlos para que dejaran de ser una simple lista sin orden definido. Las investigaciones fueron llevadas a cabo en distintos lugares del mundo de manera simultánea y en lenguajes distintos, por lo tanto, era realmente difícil llegar a un acuerdo que les permitieran definir la terminología que emplearían y la forma de distribuirlos. Para solventar esos problemas, los científicos organizaron en Alemania el primer Congreso Internacional de Química, en el cual expusieron ideas para la organización de elementos en tablas, además de hipótesis, principios, leyes y teorías para entender la naturaleza y composición de las sustancias químicas. Stanislao Cannizaro, uno de los invitados principales del congreso, dedicó sus investigaciones al cálculo de pesos atómicos, relacionándolo correctamente con el peso molecular, allí difundió y defendió sus ideas ante el público asistente. Tres estudiantes invitados William Odling, Julius Lothar Meyer y Dimitri Ivánovich Mendeléiev fueron inspirados ante la majestuosa exposición de Cannizaro. Indudablemente, sus ideas fueron el motor que impulsó el desarrollo de las primeras propuestas de tabla periódica [5, 6]

Muchas propuestas de clasificaciones periódicas comenzarían a surgir para la época, destacándose seis de ellas, puesto que contribuyeron para organizar los elementos químicos en la tabla que hoy conocemos. De Chancourtis fue el primero en percatarse en la propiedad periódica de los elementos en función de los pesos atómicos, propuso un arreglo de los elementos químicos según su masa atómica dentro de una tabla donde se podía evidenciar de forma sencilla la periodicidad. Más adelante Newlands, anunció la ley de las octavas en donde se clasifican a los elementos en grupos de ocho. La desventaja de esta ley, era que no podía aplicarse mas allá del calcio, lo cual la hacía insuficiente. Años más tarde en 1867, Hinrichs hace una propuesta muy original basada en su estudio de las líneas de emisión de espectros atómicos. Construye una tabla periódica en espiral en donde, en los radios de la figura se encontraban



			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199.
H=1			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207.
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

Figura 2: Representación de la Tabla periódica de Mendeleiv

los elementos similares químicamente, sin embargo, esta representación fue considerada por los científicos de la época como muy enredada y rebuscada. Posteriormente, Odling organiza a los elementos en tabla de tres columnas verticales, en orden ascendente de peso atómico, luego presentó una segunda tabla ordenando los elementos en forma horizontal para resaltar sus propiedades periódicas en cinco columnas, proporcionando información importante para lo que serían los períodos y grupos que conocemos en la actualidad. Por otra parte, el físico y químico Alemán, Lothar Meyer, dedicó sus investigaciones al estudio de las determinaciones cuantitativas de propiedades de los elementos como densidades, volúmenes y puntos de fusión. Para 1869 logra identificar la periodicidad en el volúmen atómico haciendo una contribución importante. Pero, para ese mismo año, surge de Mendeléiev, la propuesta más inspiradora, en la cual hizo predicciones y deja espacios vacíos para elementos que aún no se habían descubierto, ésta propuesta se puede observar en la Figura2 [5, 7].

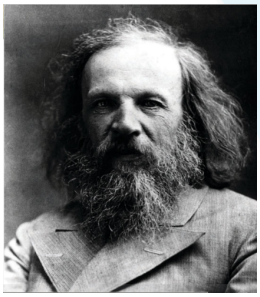


Figura 3: Dimitri Ivanovich Mendeleiev
Fuente: Ham [8].

Mendeléiev, logra establecer el orden natural de los elementos químicos que sus predecesores, De Chancourtis, Newlands, Odling, Hinrichs y Meyer habían estado buscando. Cuando un elemento no encajaba en un grupo, sino más bien en el siguiente, él dejaba un espacio vacío y afirmaba que allí faltaba uno por descubrir, por si fuera poco, se atrevió a predecir propiedades de los elementos ausentes. Ante tal propuesta, los científicos se mantuvieron escépticos, pero años más tarde, todo cambió con el descubrimiento del galio, el cual cumplía con todas las características predichas por Mendeléiev. Este gran investigador, por todos sus aportes en la definición de las propiedades periódicas, es considerado como "El padre de la Química" y se le atribuye el mérito de la creación de la tabla periódica, su rostro se puede visualizar en la Figura3 [7].

¿Cómo esta organizada la tabla periódica moderna?

La tabla periódica actual está estructurada por siete filas denominadas períodos y dieciocho columnas denominadas grupos. El criterio de distribución de los elementos se encuentra directamente relacionado con su estructura atómica (número atómico, masa atómica, configuraciones electrónicas, etc). Su aspecto



Figura 4: Tabla periódica moderna de los elementos químicos
Fuente: Parsons y Dixon [9].

difiere de la propuesta de Mendeléiev puesto que a lo largo de los años se han introducido modificaciones, se han descubierto nuevos elementos e incluido nuevos grupos, como por ejemplo el de los gases nobles, desconocidos para esa época. A parte de clasificar a los elementos a partir de sus características atómicas, los agrupa por las similitudes entre sus respectivas propiedades físico-química. A cada uno de estos grupos se le asigna un color razón por la cual, en general visualizamos muchas veces tablas tan coloridas, como la que se muestra en la Figura4,

Con el nombre de metales alcalinos, se conoce el primer grupo de elementos de la tabla periódica. Presentan gran reactividad y por esta característica, son difíciles de conseguir en estado puro ya que tienden a formar compuestos para convertirse en una sustancia estable, como el cloruro de sodio. Los metales alcalinotérreos, ubicados al lado de los alcalinos, son menos reactivos, sin embargo, presentan algo en común, son de color plateado y desprenden una gran cantidad de energía en forma de una luz brillante tras ser quemados [8, 10]

Ahora bien, cuando le pedimos a una persona que nombre un elemento químico, es típico que se le ocurra el nombre de un metal de transición ,estos son comúnmente utilizados en la fabricación de joyas y monedas. A diario puede encontrarse con un metal de transición ¿te parece conocido los nombres oro, plata y cobre?, son metales pertenecientes a este grupo [8, 11]

Las dos filas virtualmente independientes que se aprecian al pasearse por la tabla periódica se conocen con el nombre de lantánidos y actínidos. Los lantánidos son metales que se encuentran con abundancia en la corteza terrestre, son conocidos también como tierras raras porque en su estado natural suelen estar combinados formando óxidos. Los actínidos, que presentan importancia debido a su radioactividad, han sido ampliamente utilizados para la producción de bombas nucleares y como medio para obtención de energía eléctrica [8, 12]

Entre los grupos 13 y 16 se encuentran una variedad de elementos que pueden ser clasificados en tres grupos distintos de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas, denominados no metales, metaloides y los comúnmente llamados metales pobres. En muchas ocasiones a pesar de sus diferentes características, los metales, metaloides y/o metales pobres pueden estar en el mismo grupo o período. En esta región de la tabla periódica se encuentran elementos muy importantes para la vida, el oxígeno, el carbono y el

nitrógeno, así como, elementos muy utilizados por el hombre como el aluminio, el estaño, el plomo, el boro y el silicio. Todos estos elementos presentan una característica en común, su capacidad para combinarse con una apreciable cantidad de elementos formando una gran variedad de compuestos químicos a partir de un abanico de reacciones [8]

El grupo diecisiete de la tabla periódica corresponde a los halógenos. Los elementos que pertenecen a este grupo, al igual que los alcalinos, son muy reactivos y ampliamente utilizados en la industria farmacéutica como materia prima para la producción de antisépticos y sedantes, así como, en la industria química para la síntesis de insecticidas, agentes blanqueadores y desinfectantes. Por último, se encuentra el grupo de los gases nobles, los cuales reciben este nombre debido a su baja reactividad. Presentan amplia aplicación para la fabricación de lámparas incandescentes, ¿quienes no han visto las hermosas y brillantes luces de colores en los avisos publicitarios o en la disco? Estas lámparas son tubos llenos de estos gases que a partir de una descarga eléctrica dan luminiscencia [8, 13]

La tabla periódica constituye, sin duda, uno de los mas grandes alcances de la humanidad puesto que engloba años de historia, el trabajo de muchos científicos y un centenar de investigaciones referente a la constitución de la materia, resumidos en lo que se ha convertido en la herramienta pedagógica más importante y fundamental para las ciencias. Por toda la información que aporta y la importancia que representa, es considerada por todos nosotros el valioso corazón colorido de la química.

Referencias

[1] M. Reboiras. *Quimica. La ciencia básica.* Thomson Ediciones Paraninfo, Madrid, 2008.

[2] S.E. Santos. *La Historia del Sistema Periódico.* Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 2010.

[3] R. Place. *Magic and Alchemy.* Infobase publishing, New York, 2009.

[4] R. Morris. *The Last Sorcerers: The Path from Alchemy to the Periodic Table.* Joseph Henry Press, Washington, D.C., 2013.

[5] Scerri E. *The Periodic Table. Its Story and Its Significance.* Oxford University Press, New York, 2007.

[6] J. Elguero, P. Goya, and R.P. Polo. *La tabla periódica de los elementos químicos*, volume 101 of *Qué sabemos de . . . ?*, chapter Capitulo 1: Antecedentes de la tabla periodica. Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Los libros de la Catarata, Madrid, 2019.

[7] A. Navarro. *El Secreto de Prometeo.* Guadalmazán, segunda edition, 2015.

[8] B. Ham. *The Periodic Table.* Chelsea House, New York, 2008.

[9] P. Parsons and G. Dixon. *The periodic table. A field guide to the elements.* Quercus Editions Ltd, Gran Bretaña, 2013.

[10] M. Halka and B. Nordstrom. *Alkali and Alkaline Earth Metal.* Infobase publishing, New York, 2010.

[11] M. Halka and B. Nordstrom. *Transition Metals.* Infobase publishing, New York, 2011.

[12] M. Halka and B. Nordstrom. *Lanthanides and actinides.* Infobase publishing, New york, 2011.

[13] M. Halka and B. Nordstrom. *Halogens and Noble Gases.* Infobase publishing, New York, 2010.