

La TABLA PERIÓDICA

Cumple **150** años

¿Lo mejor esta por venir?

Por David Warmflash

La tabla periódica de elementos es uno de los íconos más reconocibles de la ciencia. Probablemente tienes una colgada en la pared de tu salón de clases de química. Si la buscas en Google, verás versiones en colores del arco iris o con pequeñas fotos en cada caja que representa cada elemento. ¡Incluso hay una tabla periódica de los moles!

Casi se podría llamar la tabla mundana, excepto que, en realidad, es cualquier cosa menos eso. La tabla periódica ha sido quizás tan fundamental para la química como el descubrimiento del ADN ha sido para la biología. Tiene 150 años este año y se mantiene bien bajo la prueba del tiempo—y la ciencia.

lithium	titanium	vanadium	chromium	manganese	iron	cobalt	nickel	copper	zinc	gallium	germanium	arsenic	selenium	bromine	krypton
3	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Li	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
6.941	47.867	50.942	51.996	54.938	55.845	58.933	58.693	63.546	65.39	69.723	72.61	74.922	78.96	79.904	83.80

En celebración de la tabla periódica, las Naciones Unidas proclamaron el 2019 como el Año Internacional de la Tabla Periódica de Elementos Químicos. ¡Es tiempo de sacar los globos de helio, las bengalas a base de hierro y el helado rico en calcio!

¿Y a quién debemos agradecer el exquisito arreglo de los elementos? Aunque muchos científicos contribuyeron a la formación de la tabla periódica, el químico ruso Dmitri Mendeleev es el más acreditado por la creación de la tabla periódica. Él encontró que había una periodicidad en su organización, una repetición de propiedades químicas particulares a intervalos regulares a medida que aumentaba el peso atómico.

En 1869, Mendeleev publicó su visión en una forma temprana de la tabla periódica. Ésta incluía los 63 elementos que se conocían en ese momento, con espacios vacantes para los elementos que aún no se habían descubierto. Y mientras que la tabla periódica se ha desarrollado a lo largo de un siglo y medio—incluyendo la adición de cuatro nuevos elementos en el 2016—la esencia de la idea original de Mendeleev permanece. Pero quién sabe, los descubrimientos futuros podrían llevar a materiales que ni siquiera Mendeleev podría haber soñado.

Consiguiendo organizarse

Para entender cómo Mendeleev creó la tabla periódica en primer lugar, usted debe retroceder en el tiempo y borrar lo que ha aprendido sobre la tabla periódica. Imagine por un momento que la forma distintiva de la tabla periódica actual con sus columnas y filas ordenadas no existe. Usted aún no conoce los protones y, por lo tanto, los números atómicos, que, en su mayor parte, se arreglan convenientemente en orden del 1 al 118 de izquierda a derecha y de arriba a abajo de la tabla periódica.

Todo lo que usted sabe sobre los elementos identificados en ese momento es cómo estos



PHOTO: THINKSTOCK

interactúan entre sí, sus propiedades físicas y sus pesos atómicos relativos. Y usted quiere categorizarlos.

Antes de que Mendeleev presentara su enfoque, otros científicos intentaban organizar los elementos. Ya en 1789, el químico francés Antoine Lavoisier había clasificado los elementos en metales, no-metales, “tierras” y gases, según sus características físicas y químicas. Para 1829, el químico alemán Johann Döbereiner había notado patrones entre tríos de elementos. En 1865, el químico británico John Newlands notó la periodicidad de las propiedades químicas y comparó el fenómeno con las octavas musicales, en las que el mismo tono se repite después de un aumento o disminución de ocho notas. En Alemania, el químico Julius Lothar Meyer estaba desarrollando su propia tabla periódica que se publicó en 1870. Pero Mendeleev le ganó a Meyer un año antes.

¿Qué tipo de propiedades químicas tenía Mendeleev en mente cuando desarrolló su tabla periódica? Para tener una mejor idea de los patrones que notó, comencemos con el metal litio (Li). Mendeleev sabía que el hidruro—un

compuesto de hidrógeno con otro elemento—que Li formó tenía la fórmula LiH.



En contraste, el siguiente elemento en peso, berilio (Be), formó el hidruro BeH₂.



Cada elemento sucesivamente más pesado formó diferentes tipos de hidruros hasta que llegó al sodio (Na). El sodio se comportó como litio en sus reacciones con el hidrógeno, formando NaH.



Así, un patrón comenzó a emerger.

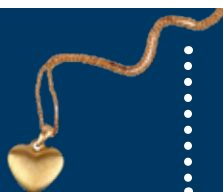
Pero la decisión más perspicaz de Mendeleev fue dejar que las propiedades a veces triunfaran sobre el peso atómico cuando colocaba los

27	58.933	28	58.6934
Co		Ni	
Cobalto		Níquel	
45	102.9055	46	106.42
Rh		Pd	
Rodio		Paladio	

LA LÍNEA DE TIEMPO DE LA TABLA PERIÓDICA: LAS CONTRIBUCIONES DE LOS CIENTÍFICOS

1789

El químico francés Antoine Lavoisier clasificó los elementos en metales, no-metales, “tierras” y gases.



1829

El químico alemán Johann Döbereiner notó que los tríos de elementos compartían comportamientos químicos.

1869

El químico británico John Newlands comparó la periodicidad de las propiedades químicas con las octavas musicales.

scandium 21 Sc 44.956	titanium 22 Ti 47.867	vanadium 23 V 50.942	chromium 24 Cr 51.996	manganese 25 Mn 54.938	iron 26 Fe 55.845	cobalt 27 Co 58.933	nickel 28 Ni 58.693	copper 29 Cu 63.546	zinc 30 Zn 65.39	gallium 31 Ga 69.723	germanium 32 Ge 72.61	arsenic 33 As 74.922	selenium 34 Se 78.96	bromine 35 Br 79.904	krypton 36 Kr 83.80
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------

elementos. Por ejemplo, si usted observa la tabla periódica, notará que el níquel sigue al cobalto en la cuarta fila, aunque el níquel sea más liviano. Mendeleev los colocó de esta manera porque las propiedades del níquel se alinearon con las de paladio (en la siguiente fila, la misma columna) y las de cobalto con rodio.

Este enfoque le permitió omitir espacios en la tabla periódica que correspondían a propiedades químicas y rangos de masa atómica que no coincidían con ningún elemento conocido en ese momento. Para cada espacio vacante, Mendeleev predijo la existencia de un elemento por descubrir.

Resultó que él tenía razón la mayor parte del tiempo. Por ejemplo, Mendeleev había dejado espacios para elementos aún por descubrir que él llamaba eka-aluminio, eka-manganeso y eka-silicón—eka es la palabra sánscrita para “uno”. Estos espacios fueron finalmente tomados por el galio, el tecnecio y el germanio.

Eso no quiere decir que la tabla periódica de Mendeleev fuera perfecta desde el principio, ni siquiera la única forma de organizar los elementos. Él mismo la revisó a los dos años de su introducción. La tabla periódica de 1869 de Mendeleev tenía elementos con una masa atómica creciente que se movía hacia abajo en columnas, mientras que los elementos con propiedades químicas similares se alineaban horizontalmente en filas. En 1871, sin embargo, invirtió esta idea. Él alineó los elementos con propiedades similares verticalmente, y los períodos aparecieron en filas horizontales.

El descubrimiento de los protones

No fue hasta más de 40 años después, en 1913, que el físico británico Henry Moseley utilizó una técnica llamada espectroscopía de rayos X para contar el número de cargas positivas en el núcleo atómico. Moseley luego desarrolló la primera tabla periódica moderna, basando la secuencia de elementos directamente en estas cargas. En 1920, el físico británico nacido en Nueva Zelanda, Ernest Rutherford, identificó la carga como el número atómico, o el número de protones. Cabe destacar, (Continuado en la siguiente página)

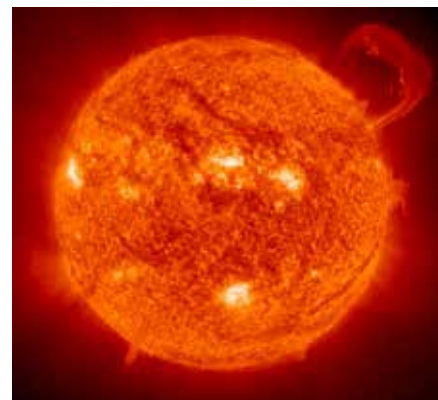
EL ROMPECABEZAS DEL HIDROGENO

A menudo vemos hidrógeno encima del grupo 1, aunque el hidrógeno es muy diferente de los otros elementos en la columna. A diferencia de los elementos del grupo 1, el hidrógeno no es un metal, es un gas a temperatura ambiente y se une covalentemente la mayor parte del tiempo. Los elementos del grupo 1 son metales, sólidos a temperatura ambiente y solo forman enlaces iónicos.

Entonces, ¿por qué el hidrógeno está agrupado con estos metales?

Hoy, sabemos que el hidrógeno tiene un solo electrón en su **capa de electrones**, definido como un conjunto de electrones con energías similares en un átomo. Esta capa contiene una **subcapa**, que consiste de un **orbital**. Un orbital es una región de alta probabilidad de encontrar un electrón. Cada orbital puede contener hasta dos electrones.

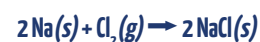
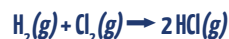
Aunque el hidrógeno tiene solo un electrón en total, su electrón está en la capa más externa—o **capa de valencia**. Los electrones de la capa de valencia explican cómo reacciona químicamente un elemento. Otros elementos del grupo 1 tienen más de un electrón, pero al igual que



El sol es más del 70% de hidrógeno en masa.

el hidrógeno, estos tienen un solo electrón en sus capas de valencia.

Debido a esta característica compartida, el hidrógeno forma algunos compuestos de manera similar a como los metales alcalinos forman compuestos. Las reacciones entre el hidrógeno y el cloro, y entre el sodio y el cloro proporcionan un ejemplo de esto:



Pero de otras formas, el hidrógeno se parece a los elementos del grupo 17, los halógenos, que son no-metales como el hidrógeno. Las capas de valencia de los halógenos tienen siete electrones y solo necesitan uno más para que estas capas estén llenas. La capa de valencia del hidrógeno también necesita solo un electrón más para llenar su capa de valencia y formar un anión.



Después de 150 años, algunos científicos aún debaten dónde el elemento único encaja mejor.



FOTOS: CORTESÍA DE LA NASA

En la Tierra, el hidrógeno se encuentra principalmente en el agua.

1869

El químico ruso Dmitri Mendeleev publicó una forma temprana de lo que se convertiría en la tabla periódica moderna.

1870

El químico alemán Julius Lothar Meyer publicó una versión diferente de la tabla periódica.

1871

Mendeleev revisó su tabla periódica.



scandium 21 Sc 44.956	titanium 22 Ti 47.867	vanadium 23 V 50.942	chromium 24 Cr 51.996	manganese 25 Mn 54.938	iron 26 Fe 55.845	cobalt 27 Co 58.933	nickel 28 Ni 58.693	copper 29 Cu 63.546	zinc 30 Zn 65.39	gallium 31 Ga 69.723	germanium 32 Ge 72.61	arsenic 33 As 74.922	selenium 34 Se 78.96	bromine 35 Br 79.904	krypton 36 Kr 83.80
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------

La Carrera Para Inventar La Tabla Periodica



<https://youtu.be/-ojcm3llf98>

que la organización de la tabla periódica de esta manera validó el enfoque original de Mendeleev.

Hallazgos adicionales mejoraron aún más la tabla periódica. En este punto, por ejemplo, se habían descubierto gases nobles. Inicialmente, se colocaron a la izquierda de los metales del grupo 1. Pero un estudio adicional justificaba moverlos al extremo derecho de la tabla periódica donde se encuentran ahora.

Además, comenzando con el período 4, que comienza con potasio (K), la tabla periódica se expandió como un acordeón para contener 10 grupos adicionales. La adición de estos elementos de transición le dio a la tabla periódica una forma más parecida a la de la versión de hoy.

¿Y qué hay de las dos filas que están debajo de la tabla periódica principal? Éstas son las series de lantánidos y actínidos. Los primeros elementos en estas filas se descubrieron a principios del siglo XVIII, pero no fueron organizados en su propia sección hasta mediados del siglo XX. Aunque estos se ven separados del resto de la tabla, realmente pertenecen a los períodos 6 y 7, respectivamente, y entre los grupos 2 y 3.

Rellenando los espacios en blanco

Los cambios en la tabla periódica continúan hasta hoy y probablemente sigan sorprendiéndonos en el futuro. Tan recientemente como el 2016, las cuatro vacantes finales en el período 7 (elementos 113, 115, 117 y 118) se llenaron oficialmente. Arreglados en orden creciente de número atómico, estos elementos se denominan niobio, moscovio, téneso y oganesón.

Entonces, parece que la tabla periódica está completa con el período 7 lleno. ¿Y ahora qué?

Algunos científicos han hipotetizado que el período 7 podría no ser el último de la tabla periódica. ¡Una serie superactínida propuesta podría llevarnos al elemento 157!

¿Cómo es eso posible? Bueno, durante la década de 1950, los químicos desarrollaron un modelo del núcleo en el que los protones y los neutrones no se agrupan simplemente, sino que se arreglan en anillos. Basándose en la idea de que cada anillo nuclear podría llenarse, el químico estadounidense y galardonado con un Premio Nobel, Glenn Seaborg, propuso algo llamado una "isla de estabilidad". Él sugirió que cuando un anillo se llena con un número particular de protones y neutrones, un elemento súper-pesado sería estable por largos periodos de tiempo.

Tome flerovio (Fl) como un ejemplo. Es un elemento súper-pesado que se descubrió por primera vez en 1998 y solo es estable durante unos 2.6 segundos. La teoría de la "isla de la estabilidad" predice que, si Fl pudiera ser creado con 184 neutrones, éste sería estable. Hasta ahora, solo se ha observado con un máximo de 176 neutrones.

Pasando a elementos aún más pesados, la siguiente "isla de estabilidad" en la hipótesis de



FOTO: LABORATORIO NACIONAL LAWRENCE BERKELEY

Glenn Seaborg, químico estadounidense galardonado con un Premio Nobel.

Seaborg es el elemento 120 aún por crear, el cual estaría en el período 8 en una tabla periódica extendida, junto con el elemento 126. Ambos elementos pertenecen a la serie de superactínida de Seaborg, pero solo un número particular de neutrones les permitiría quedarse.

Si dichos elementos estables pudieran crearse en algún momento en el futuro, habría más en juego que solo crear y completar el período 8, porque la estabilidad es la clave para la practicidad. Tales elementos podrían usarse para hacer materiales especiales con propiedades que ni siquiera podemos empezar a imaginar. O tal vez podamos. Vibranio, ¿alguien?

Referencias Seleccionadas

Poliakoff, M; Tang, S. La Tabla Periódica: Ícono e Inspiración. *Transacciones filosóficas de la Sociedad Real A: Ciencias matemáticas, físicas y de ingeniería*, 13 de marzo de 2015: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/373/2037/20140211.long> [accedido en diciembre de 2018].

Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas. 2019, Año Internacional de la Tabla Periódica de Elementos Químicos: <https://www.iypt2019.org>. [accedido en diciembre de 2018].

Biografía: Glenn Theodore Seaborg. Instituto de Historia de la Ciencia, 8 de enero de 2018: <https://www.science-history.org/historical-profile/glenn-theodore-seaborg> [accedido en diciembre de 2018].

LA LINEA DE TIEMPO DE LA TABLA PERIODICA: LAS CONTRIBUCIONES DE LOS CIENTIFICOS

1911

El físico británico Henry Moseley desarrolló la tabla periódica moderna, basando la secuencia de elementos en el número atómico.

1919

El físico británico nacido en Nueva Zelanda, Ernest Rutherford, descubrió los protones.



2016

La adición oficial de cuatro nuevos elementos completó la séptima fila de la tabla periódica.