

La química de mi vida

Brenda Valderrama Blanco

Brenda Valderrama Blanco es Doctora en Investigación Biomédica Básica por la UNAM. Actualmente es investigadora del Instituto de Biotecnología de la UNAM y presidente de la Academia de Ciencias de Morelos. Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Para muchos de nosotros el primer encuentro con la química fue ir a la papelería a comprar una Tabla Periódica de los Elementos. Recuerdo con emoción ese momento, al tenerla en mis manos me enamoré de su diseño y de sus colores. Gracias a los buenos oficios de la maestra Tula desde temprana edad comencé a entender que esa sencilla tabla representaba el compendio de más de 150 años de trabajo colaborativo de las mentes más brillantes de la química mundial y que era la llave para entenderlo todo. Y cuando digo todo, realmente quiero decir todo.

Aprendérsela de memoria fue el primer reto: hidrógeno, helio, litio, berilio, boro, carbono, nitrógeno, oxígeno, flúor. Cada una de estas palabras representa un elemento. Los elementos están compuestos de átomos del mismo tipo. Un átomo es la unidad más pequeña de la materia que conserva las características de cierto elemento. Podemos encontrar en nuestro entorno algunos ejemplos de elementos puros, por ejemplo, el mercurio que es uno de los únicos dos los elementos que son líquidos a temperatura ambiente. Otros son gaseosos como el oxígeno que respiramos o sólidos como el silicio de la arena de mar.

Los elementos y la química

Los elementos son los bloques básicos de toda la materia en el Universo. Por lo tanto, es muy importante conocerlos y entender cómo la combinación de los mismos puede darle propiedades distintas a la materia y se pueden estudiar desde diferentes enfoques y áreas de la ciencia como lo son la Física, Química o Bioquímica. Los elementos pueden, como las palabras en el lenguaje, asociarse de diversas maneras para generar diferentes productos. La reina de los elementos es la química ya que se especializa en entender, domesticar y aprovechar a los elementos y sus transformaciones. Pero también la física estudia a los elementos y la biología y la medicina y la agricultura y prácticamente todas las áreas científicas, cada una desde su perspectiva enriqueciendo nuestra comprensión del Universo.

Cada elemento es único en su configuración y también en sus propiedades, pero pueden agruparse entre ellos de diferentes maneras, todas ellas reflejadas en el orden de la Tabla Periódica. Por un lado, tenemos las filas que representan a los diferentes átomos con el mismo número de niveles electrónicos y, por lo tanto, con un tamaño similar. En columnas tenemos a las familias que, a pesar de sus diferentes tamaños, comparten propiedades específicas asociadas a su reactividad. Las familias se organizan a su vez en diez bloques: metales alcalinos, metales alcalinotérreos, metales de transición, metales, metaloides, no metales, halógenos, gases nobles, lantánidos y actínidos.

pues se trata de la primera letra de su nombre en español, como por ejemplo el hidrógeno que es H o el carbono que es C. En otras ocasiones es más difícil porque el nombre no proviene del español sino del latín donde el oro es Au por Aureum o el sodio Na por Natrium.

El origen de la Tabla Periódica de los Elementos

Durante la edad media en Europa la obsesión de los pensadores por encontrar la **Piedra Filosofal**, un objeto que pudiera transformar en oro otros metales corrientes como el plomo, promovió la aparición de una nueva profesión: **La Alquimia**. Los alquimistas eran aficionados que atizados por la codicia se adentraron en el en-

notas musicales). El modelo de Newlands tenía una falla sustancial ya que al forzarlo a un periodo de 7 compactó a los elementos de tal manera que en algunas ocasiones había más de uno en una casilla. Por esta deficiencia, la Real Sociedad Química se rehusó a validarlo.

Prácticamente al mismo tiempo, **Dimitri Mendeleev**, un químico ruso que estudió en Alemania, llevó el concepto un poco más adelante organizando los elementos conocidos con base en dos propiedades de manera simultánea: su **peso atómico** y su número de valencia. El peso atómico es el peso de un átomo de un elemento expresado en unidades de masa atómica. El número de valencia corresponde al número de elementos de otro tipo con el que puede aparearse en una reacción. Como ejemplos, el hidrógeno (H) tiene una va-

mico de 1 y el litio (Li) con peso de 7 y luego el berilio (Be) con peso de 9, sin que hubiera nada con pesos intermedios. A diferencia de Newlands, Mendeleev no permitió que ninguna posición fuera compartida y cuando encontraba posiciones vacías las dejaba así.



Mendeleev.

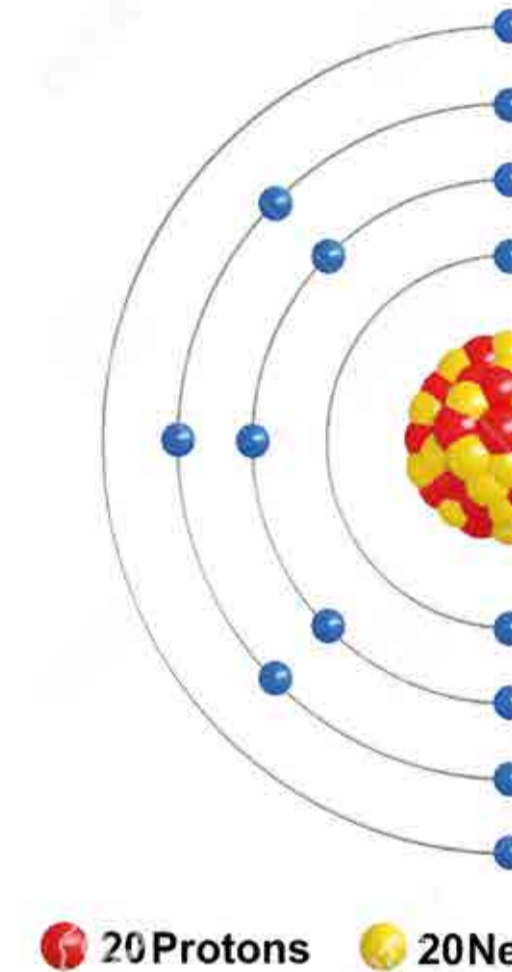
Si la analizamos en diagonal podemos predecir cómo reaccionarían los elementos entre ellos para formar compuestos. Igual que en la vida real, hay uniones como la del sodio con el cloro, que da como resultado la sal de mesa que consumimos diariamente, pero otras son imposibles como la del helio con el carbono. Cada elemento de la tabla cuenta una historia. Hay elementos que salvan vidas y otros que matan. En la Tabla Periódica cada elemento está identificado por sus iniciales, una especie de nombre clave que permite escribirlos con mayor comodidad. A veces es solo una letra y en ocasiones dos, pero nunca tres o más. En algunos casos es fácil identificarlos

tendimiento de la materia. En el siglo XVII, experimentos sencillos como por ejemplo hervir orina dieron lugar al descubrimiento del fósforo como el primer elemento puro.

Para finales del siglo XIX se conocían 47 elementos y los estudiosos comenzaron a identificar ciertas similitudes entre ellos lo que permitió su primera clasificación en 11 grupos. De manera relevante, **John Newlands** descubrió que algunas características se repetían de manera periódica. Es decir, si los elementos se ordenaban de manera secuencial, las características se volvían a presentar de manera regular cada 7 posiciones en algo que llamó la **Ley de los Octavos** (como las

lencia de 1. El litio (Li) tiene una valencia de 1. El sodio (Na) tiene una valencia de 1, por lo que es evidente que estos elementos comparten una propiedad, la valencia, por lo que pertenecen a un mismo grupo. Los mismo hizo con los otros elementos, con lo que pudo formar 7 grupos de valencia validando el trabajo de Newlands en cuanto a la periodicidad de las propiedades.

La relevancia del trabajo de Mendeleev, que ha trascendido hasta nuestros días prácticamente sin cambios, consistió en ordenar a los elementos primero por su peso atómico en filas y posteriormente por su número de valencia en columnas, donde tenemos al hidrógeno (H) con un peso ató-



Modelo atómico.

El momento más difícil para el modelo ocurrió en 1890 cuando **William Ramsay** descubre un grupo de **elementos que no reaccionan** con otros elementos por lo que no presentan número de valencia, lo que hizo que Mendeleev revisara con mucho cuidado el planteamiento llegando a la conclusión este nuevo grupo, al que pertenece el helio (He) con un peso atómico de 4 y una valencia 0, no contradecían el modelo sino que lo complementaban al generar una octava columna, la de los gases nobles. Una vez cerrado el modelo, Mendeleev se vio en posibilidad de predecir las propiedades que se esperarían de los elementos todavía no descubiertos. Por ejemplo, predijo con bastante precisión las propiedades del galio (Ga) para la posición inmediata inferior al aluminio (Al) en la tabla.

A pesar del éxito del modelo de Mendeleev, eran evidentes algunas discrepancias menores ocasionadas por la falta de consistencia entre el peso atómico y el número atómico. Para entender mejor esto revisaremos la anato-

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

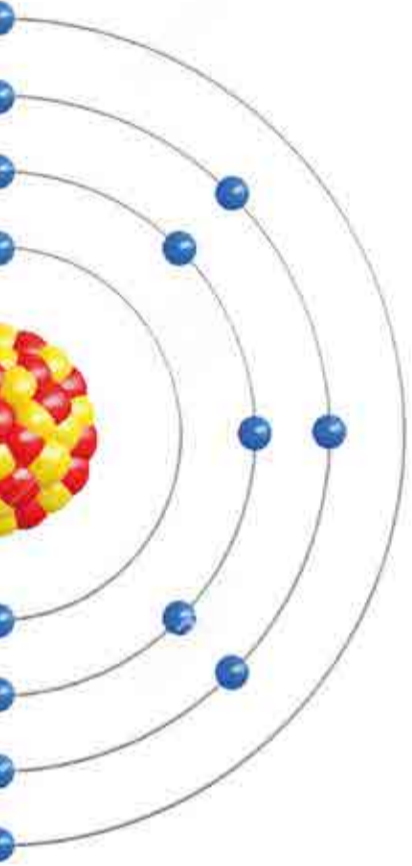
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx



mía de un átomo.

La anatomía de un átomo

Los átomos se llaman así por los griegos, quienes predijeron que la materia podría subdividirse en fracciones más pequeñas cada vez hasta llegar a una partícula fundamental que ya no podría



neutrons 20 Electrons

ser sujeta de división. La etimología de la palabra lo dice por sí sola: átomo, la *a* es el vocablo griego que significa negación y *tomon* que significa corte o división. Los átomos son, ciertamente, la partícula más pequeña de la materia que conserva las propiedades de los elementos. Un átomo de hidrógeno tiene las mismas propiedades de una tonelada, o de mil.

Lo que los griegos no pudieron predecir es que el átomo sí podría subdividirse en lo que conocemos ahora como partículas subatómicas: protones, neutrones y electrones. Estas partículas pueden fragmentarse aún más en los grandes colisionadores como el CERN en partículas fundamentales más pequeñas. La masa de la materia, la nuestra y la de todo lo que conocemos, se debe a la suma de la masa de las partículas atómicas. Los protones tienen una masa atómica de 1 al igual que los neutrones mientras que los electrones son prácticamente de masa 0.

Por lo tanto, un átomo de hidrógeno que tiene un solo protón de masa 1 tiene un peso atómico de 1. Un átomo de helio que

tiene dos protones y dos neutrones, cada uno de masa 1, tiene un peso atómico de 4 y así sucesivamente. Los compuestos como la sal de mesa - el cloruro de sodio (NaCl) - presentan un peso molecular que es la suma de los dos átomos que la componen.

Un elemento está compuesto por una colección de átomos con el mismo número de protones de manera rigurosa, sin embargo, su número de neutrones puede variar, por lo que la masa molecular que encontramos para un elemento en la Tabla Periódica no es un número cerrado. Por ejemplo, para el hidrógeno es 1.00794 lo que nos dice que el 0.0794% de los átomos de hidrógeno tienen un protón y dos neutrones. Estas variantes se conocen como isótopos. Los electrones son partículas con una masa 10 mil veces menor a la de un protón o neutrón, por lo que no impactan fuertemente al peso atómico. Sin embargo, poseen una propiedad particular, su carga. Mientras que los protones presentan carga positiva +1 y los neutrones son neutros (de ahí su nombre), los electrones presentan una carga negativa -1.

Por una propiedad intrínseca de la materia llamada principio de neutralidad, en cada uno de los átomos el número de cargas positivas, correspondientes al número de protones, es idéntico al de cargas negativas provenientes de los electrones. Por lo tanto, es fácil predecir que el hidrógeno, que tiene un protón y una carga positiva, poseerá un electrón. Esto se extiende a todos los demás átomos, inclusive a los más pesados como copernicium (Cn) que posee 112 protones y 112 electrones.

Mientras que los protones y los neutrones se encuentran com-

pactados dentro del núcleo atómico, los electrones se organizan en niveles de energía, una suerte de esferas concéntricas alrededor del núcleo. Visto a nivel de escala, en un átomo de hidrógeno su núcleo es del tamaño de una naranja en el centro de una cancha de fútbol y su electrón se encuentra en la portería. Si hubiera más niveles de energía, seguiría esa escala de manera proporcional. La fuerza que mantiene unidas estas partículas y que evita que la materia se desintegre espontáneamente es la interacción electrostática, donde las cargas positivas y las negativas se atraen mutuamente.

La organización de la Tabla Periódica

La posición de un elemento en la Tabla Periódica no es actualmente el peso atómico sino su número de protones, aunque correlacionan bastante bien. Toda esta explicación es relevante para el entendimiento de la Tabla Periódica porque la segunda propiedad que se refleja en la distribución en columnas, su número de valencia, proviene directamente del número de electrones disponibles para formar enlaces con otros átomos.

Volvamos al ejemplo del sodio. El átomo del sodio tiene once protones y once electrones organizados en tres niveles de energía reflejado por su posición en la tercera fila de la Tabla. En su nivel externo posee solamente un electrón reflejado por su posición en la primera columna de la Tabla, el cual puede donar en una interacción quedándose con el nivel inmediato anterior con 8 y en el primero con 2. Por lo tanto, tiene una valencia de +1.

Un átomo con estas característi-

cas es natural que se asocie a otro átomo que posea siete electrones en su nivel externo y que, al recibir el electrón del sodio se complete lo que en química se llama octeto y que es la forma más estable de un nivel electrónico. Hay varios átomos que tienen esta propiedad y todos se encuentran en la séptima columna de la Tabla Periódica, un grupo conocido como los halógenos, que poseen una valencia de -1.

Si hacemos un barrido de la fila, encontraremos que el sodio (Na) tiene valencia +1, el magnesio (Mg) +2, el aluminio (Al) +3, el carbono (C) +4 pero también -4, ya que les indistinto donar cuatro electrones que recibir cuatro para completar su octeto; el nitrógeno (N) -3, el oxígeno (O) -2 y el flúor (F) -1. El último de la fila es el neón (Ne) que al poseer de manera natural su octeto completo no es reactivo.

Una última anotación: igual que las cargas diferentes se atraen, las cargas iguales se repelen. Igual ocurre en los átomos que en los imanes. Esto trae como consecuencia que dentro de los núcleos, cuando hay más de un protón exista la tendencia natural de su descomposición. En la naturaleza ésta tendencia se compensa con la adición de partículas sin carga que funcionen como aislantes entre los protones, estos son los neutrones. Cuando hay pocas cargas se requieren pocos neutrones, tomemos el caso del helio (He) con dos cargas positivas y solamente dos neutrones. Pero cuando el número de cargas aumenta, el número de neutrones aumenta fuera de proporción por lo que en átomos medianos como el oro (Au) hay 107 neutrones para 47 protones y en grandes como el uranio (U)

238 neutrones para 92 protones. Con respecto a las inconsistencias menores del modelo provenientes precisamente de las diferencias entre el número de protones y el peso atómico por una presencia diferente de neutrones, como por ejemplo el iodo (I), que tiene un protón más que su elemento inmediato anterior, que es el telurio (Te), pero un peso molecular menor, fue Henry Moseley ya en el siglo XX quien gracias al desarrollo de la espectroscopía de rayos X logró elucidar el origen de la discrepancia ratificando que, en este caso, la excepción confirma la regla.

Lo que pueden esperar para el 2019 en esta columna

El 2019 ha sido propuesto por la Organización de las Naciones Unidas como el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos por lo que la Academia de Ciencias de Morelos ha decidido dedicarle una serie de artículos preparados por especialistas de diferentes disciplinas. Sirva este artículo inaugural para despertar su curiosidad y que nos permitan compartir con ustedes nuestro amor por los elementos y su máxima representación, la Tabla Periódica.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

Tabla periódica de los elementos

1	2											18	19	20					
1	H																	He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
				Lanthanides and Actinides															
				La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
				Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

Tabla Periódica