



## HISTORIAS DE ALGUNOS ELEMENTOS DE LA TABLA PERIÓDICA

En 1869, un químico ruso llamado Dimitri Mendeleiev creó la primera tabla periódica de los elementos que fue ampliamente aceptada. Otros han intentado organizar sistemáticamente los 63 elementos conocidos a la vez, pero sus estructuraciones no han logrado aceptación en la comunidad científica. El enfoque de Mendeleiev fue asignar un **símbolo** a cada elemento. Hizo una lista de las propiedades y la **masa atómica** de cada elemento en una tarjeta, y luego organizó estas tarjetas en una tabla basada en la masa atómica y las propiedades de los elementos. Mientras observaba la tabla, Mendeleiev observó que había vacíos en la agrupación de la tabla. Creyendo que estos vacíos podrían ser llenados por elementos que poseían ciertas propiedades, Mendeleiev predijo las propiedades de estos elementos faltantes e incluso les dio nombres provisionales. Con el tiempo, estos elementos fueron descubiertos y poseían las propiedades predichas, validando las predicciones de Mendeleiev.

Durante sus observaciones, Mendeleiev observó que a veces la masa atómica de un elemento no se correlacionaba con sus propiedades. Él tuvo que cambiar de lugar algunos elementos en su tabla con el objetivo de mantener agrupados los elementos que poseían características similares, a pesar de su masa atómica. Por ejemplo, el yodo tiene una masa atómica más baja que el telurio, entonces, de acuerdo a las pautas de Mendeleiev, el yodo debería encontrarse antes del telurio. Sin embargo, las propiedades químicas del telurio son similares a las del bromo y del cloro, por lo que pertenece a su grupo. Mendeleiev asumió que la masa atómica del yodo y del telurio eran erróneas y colocó al yodo después del telurio, rompiendo su propia regla.

Más de 40 años después de que Mendeleiev creara su tabla, un científico llamado **Henry Moseley** determinó un **número atómico** para cada uno de los elementos conocidos. El número atómico se convirtió en el método preferido para ordenar los elementos en la tabla periódica. El número atómico indica el número de protones en el núcleo de un átomo de un elemento. Cuando los elementos están ordenados de acuerdo al número atómico, ya no hay discrepancias en la tabla periódica como las hubo con el arreglo de Mendeleiev.

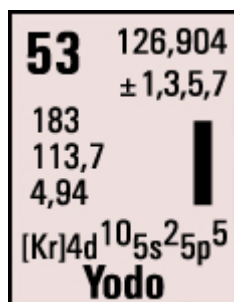
### Periodicidad

Las contribuciones de Mendeleiev y de Moseley condujeron a la creación de la tabla periódica moderna, la que contiene más de 112 elementos. La ley periódica establece que, cuando los elementos están ordenados de acuerdo al aumento del número atómico, ahí existe un patrón recurrente de las propiedades de los elementos. (J.J. Thomson descubrió el electrón en 1897. Desde entonces, los científicos han descubierto que los elementos que tienen **configuraciones electrónicas** similares tienen propiedades parecidas). Los elementos de cada columna, o **grupo**, de la tabla periódica tienen el mismo número de **electrones de valencia**. Los electrones de valencia son la parte del átomo que está involucrada en las reacciones químicas. Por lo tanto, los elementos del mismo grupo o familia, que tienen el mismo número de electrones de valencia, reaccionan en forma parecida. Las filas de la tabla periódica se denominan **períodos**. Los elementos del mismo período tienen el mismo número de niveles de energía ocupados. Esto, también, se correlaciona con los patrones de reactividad.

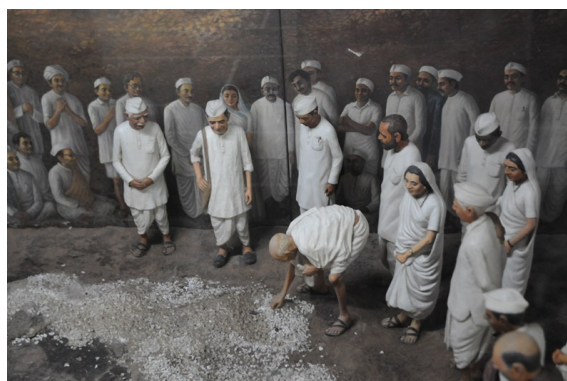
La tabla periódica es uno de los logros científicos más importantes, pero también es un baúl de tesoros con pasiones, aventuras, traiciones y obsesiones. El libro “La Cuchara Menguante” nos trae fascinantes historias, siguiendo la pista del carbono, neón, silicio, oro y cada uno de los elementos a medida que fueron jugando su papel en la historia de la humanidad, financiera, mitológica, conflictos, artes, medicina y la vidas de (frecuentemente) científicos locos que los descubrían.

¿Por qué Gandhi odia el yodo (I, 53)? ¿Por qué los japoneses mataron a Godzilla con misiles hechos de cadmio (Cd, 48)? ¿Cómo hizo el radio (Ra, 88) para casi arruinar la reputación de Marie Curie? ¿Por qué el telurio ocasionó una de las fiebres del oro más bizarras de la historia? ¿Por qué el litio (Li, 3) ayudó en la cura de la locura que padecía el poeta Robert Lowell? y ¿cómo hizo el galio (Ga, 31) para ser el elemento preferido para las bromas en el laboratorio? El libro “La Cuchara Menguante” tiene las respuestas, enfocándose en la ciencia y las clásicas tradiciones en la invención, investigación, descubrimientos y alquimia, desde el big bang hasta el final de los tiempos.

Este libro fue escrito por Sam Kean de Washington DC, quien escribe artículos científicos para prestigiosas revistas. A continuación se presentan extractos del libro.



En 1930, Ghandi lideró a la población de India en la famosa Marcha de la Sal a Dandi, para protestar por los opresivos impuestos a la sal británicos. La sal era una de las pocas materias primas que un país endémicamente pobre como India podía producir por sí mismo. La población simplemente juntaba agua de mar, la dejaba evaporar y vendían la sal seca en las calles en sacos de arpillera. Los impuestos a la producción de sal del gobierno británico de 8,2% era equivalente en codicia y ridiculez a cobrarles a los beduinos por palar arena o a los esquimales por hacer hielo. Para protestar por esto, Ghandi y setenta y ocho seguidores partieron en una marcha de 380 kilómetros el día 12 de Marzo. Fueron recogiendo más y más gente en cada pueblo y en un momento la creciente fila llegó al pueblo costero de Dandi el día 6 de Abril, con más de 3 km de personas. Ghandi reunió a la gente en torno a él y en el climax tomó un puñado de barro rico en sal y gritó: “¡Con esta sal estoy estremeciendo la fundación del Imperio

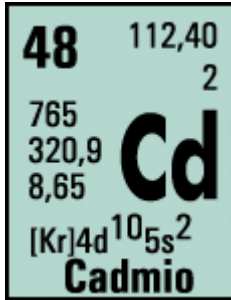


(Británico)!". Ghandi motivó a todos a hacer sal en forma ilegal, libre de impuestos y en el momento en que India ganó su independencia 17 años después la llamada sal común era en efecto común en India.

El único problema de la sal común es que contiene muy poco yodo, un ingrediente crucial en la salud de las personas. A principios del 1900, los países de occidente descubrieron que agregar yodo a la dieta a través de la sal era la forma más barata y efectiva como medida de gobierno en salud, para prevenir defectos de nacimiento y retraso mental. Comenzó en Suiza en 1922 y luego muchos países lo hicieron obligatorio, dado que la sal es económica y es un elemento fácil de distribuir. Un doctor en India se dio cuenta que, con las tierras de India agotadas en yodo y tasas de nacimiento catastróficas altas, podían salvar millones de niños de nacer con malformaciones yodurando también su sal.

Pero incluso décadas después de la marcha de Ghandi a Dandi, la producción de sal era una industria de las personas, para las personas y la sal yodada, la cual el occidente la introdujo en India, tenía un dejo de colonialismo. A medida que los beneficios de salud se hicieron evidentes y la India se modernizaba, se introdujeron prohibiciones en la comercialización de sal no yodada, entre los años 50 y 90, pero no sin disenso. Cuando en 1998 el gobierno federal de India obligó a los tres estados que se resistían a prohibir la sal no yodada hubo una reacción. Los líderes de la producción de sal protestaron por los mayores costos de producción. Los nacionalistas Indios y seguidores de Ghandi fulminaron la idea de incorporar conocimiento científico occidental. Incluso algunos hipocondríacos se preocuparon, sin fundamentos, pensando que la sal yodada podía producir cáncer, diabetes, tuberculosis y un extraño mal humor. Estos opositores trabajaron fanáticamente y sólo dos años después, con las Naciones Unidas y todo doctor en India boquiabiertos de horror, el primer ministro retiró la prohibición federal de la sal común. Esto técnicamente hizo que la sal común fuera legal en sólo tres estados, pero el movimiento se interpretó como una aprobación de facto. El consumo de sal yodada bajó 13 por ciento en toda la nación. Los defectos de nacimiento crecieron.

Afortunadamente, esto duró hasta el año 2005, cuando el primer ministro prohibió nuevamente la sal común. Pero esto no resuelve el problema de yodo en India. El resentimiento en nombre de Ghandi todavía hace enojar a las personas. Las Naciones Unidas, con las esperanzas de inculcar un amor por el yodo en las futuras generaciones con menos lazos con Ghandi, motivan a los niños a llevar sal de sus casas al colegio. Ahí, ellos y sus profesores experimentan chequeando las deficiencias de yodo. Pero todavía es pelea perdida. Aunque a India le costaría sólo 5 pesos por persona agregar yodo a la sal para sus ciudadanos, los costos de transportar sal es alto y la mitad del país, 600 millones de habitantes, no tiene acceso a sal yodada en forma regular. Las consecuencias son siniestras, más allá de los defectos en el nacimiento. Un bajo consumo de yodo causa bocio, una fea hinchazón de la glándula de la tiroides en el cuello. Si la deficiencia persiste, la glándula tiroides deja de funcionar correctamente. Dado que la tiroides regula la producción y liberación de hormonas, incluyendo las hormonas cerebrales, el cuerpo no funciona correctamente sin ella. Las personas pueden perder rápidamente sus facultades mentales e incluso tener una regresión a un retraso mental.



El bioquímico Pauling<sup>1</sup> aprendió de la forma más dura que las reglas de la biología son mucho más delicadas que las reglas de la química. Puedes prácticamente abusar químicamente de los aminoácidos y terminar con el mismo montón de moléculas, agitadas, pero intactas. Las frágiles y más complejas proteínas de una criatura viviente se marchitarían bajo el mismo stress, o por el calor, ácido o peor aún por alguno de los elementos incontrolables. Los elementos más delincuentes pueden aprovechar cualquier vulnerabilidad de las células vivas, a veces haciéndose pasar por minerales saludables y micronutrientes. Y la historia de cómo esos elementos ingeniosamente deshacen vidas, los aprovechadores del “corredor venenoso”, entrega una de las subtramas de la tabla periódica.

El elemento más liviano del corredor venenoso es el cadmio, el cual adquirió notoriedad en una mina ancestral en el centro de Japón. Los mineros comenzaron a excavar buscando metales preciosos en las minas de Kamioka los años 710 DC. En los siglos que siguieron, los montes de Kamioka entregaron oro, plomo, plata y cobre mientras varios shogunes y luego magnates financieros rivalizaban por las tierras. Pero no hasta después de doscientos años de operación de la mina los mineros comenzaron a procesar cadmio, el metal que hizo a las minas infames y el grito “¡itai-itai!” un dicho en Japón para el sufrimiento.

Tanto la guerra Ruso-Japonesa del los años 1904 y 1905 y la Primera Guerra Mundial, una década después, incrementó la demanda de metales en Japón, incluyendo el zinc, usado en armaduras, aviones y municiones. El cadmio está bajo el zinc en la tabla periódica y los dos metales se mezclan sin distinguirse en la corteza terrestre. Para purificar el zinc sacado en Kamioka, los mineros probablemente lo tostaban como café y lo percollaban con ácido removiendo el cadmio. Siguiendo las regulaciones ambientales de aquellos tiempos, botaban el cadmio remanente en los ríos o directamente en la tierra, alcanzando el agua para beber.

Hoy en día nadie pensaría en botar el cadmio de esa forma. Es demasiado valioso en el recubrimiento de baterías y en partes de un computador, para prevenir la corrosión. También tiene una larga historia en su uso en pigmentos, agentes curtidores y soldadores. En el siglo 20, la gente incluso usaba el brillante cadmio para platear la línea de copas de moda. Pero la principal razón por la que nadie botaría el cadmio hoy en día es por su

---

<sup>1</sup>**Linus Carl Pauling** (Portland, 1901 - 1994) fue un bioquímico, activista estadounidense y una de las mentes más preclaras del siglo XX. Él mismo se llamaba cristalógrafo, biólogo molecular e investigador médico. Fue uno de los primeros químicos cuánticos, y recibió el Premio Nobel de Química en 1954, por su trabajo en el que describía la naturaleza de los enlaces químicos. Al pasar de los cuarenta años de edad, en 1941, Pauling descubrió que estaba afectado por una forma grave de la enfermedad de Bright, una enfermedad renal potencialmente mortal, la cual era considerada incurable por los médicos de la época. Con la ayuda del doctor Thomas Addis, de Stanford, Pauling consiguió controlar la enfermedad siguiendo una dieta pobre en aminoácidos y sin sal, algo fuera de lo común para la época

connotación médica horrorosa. Los fabricantes lo sacaron de sus jarrones de moda porque cientos de personas se sentían enfermos cada año cuando el jugo de fruta ácido, como una limonada, lixiviaba el cadmio de las paredes del envase. Y luego cuando los rescataistas de la Zona Cero, después de los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001, desarrollaron enfermedades respiratorias, algunos doctores sospecharon inmediatamente del cadmio, entre otras sustancias, dado que el colapso de las Torres Gemelas vaporizaron miles de equipos electrónicos. La sospecha fue incorrecta, pero nos dice cuánto los profesionales de la salud apuntan al elemento 48.

Lamentablemente, esa conclusión fue un reflejo de los que ocurrió un siglo antes en las minas de Kamioka. En el año 1912, los doctores notaron que los agricultores de arroz locales estaban llenándose de enfermedades nuevas horribles. Los agricultores duplicaron el dolor de las articulaciones y de hueso, especialmente las mujeres. Los riñones fallaban frecuentemente, y los huesos se ablandaban y se quebraban con la presión de las tareas diarias. Un doctor le quebró la muñeca a una niña mientras le tomaba el pulso. El misterio de la enfermedad explotó entre los años 1930 y 1940 cuando los militares invadieron Japón. La demanda de zinc mantuvo la explotación de los minerales y los desechos corrían montaña abajo. A medida que la enfermedad pasaba de un pueblo a otro, paso a conocerse como la enfermedad del “itai-itai”, o “ay-ay” debido a los gritos de dolor que salían de las víctimas.

Sólo después de la guerra, en 1946, un doctor local, Noboru Hagino, comenzó a estudiar la enfermedad “itai-itai”. Primero sospechó que la causa era la desnutrición. Esta teoría era insostenible, así que cambió el foco hacia las minas, las cuales contrastaban por su alta tecnología y métodos de excavación occidentales con los primitivos arrozales. Con la ayuda de un profesor de salud público, Hagino produjo un mapa epidemiológico de los casos de “itai-itai”. También construyó un mapa hidrológico que mostraba del río Jinzu, el cual corría a través de las minas e irrigaban los campos agrícolas a kilómetros de distancia, depositando sus desechos. Colocando uno sobre otro, los dos mapas parecían idénticos. Después de chequear las cosechas locales, Hagino se dio cuenta que el arroz era una esponja de cadmio.

El esmerado trabajo reveló rápidamente la patología del cadmio. El zinc es un mineral esencial, y como el cadmio se mezcla en forma natural con el zinc en la tierra, interfiere con el zinc del cuerpo reemplazándolo. El cadmio a veces también desaloja el azufre y el calcio, lo cual explica por qué afectaba los huesos de las personas. Desafortunadamente, el cadmio es un elemento torpe y no puede llevar a cabo las mismas funciones que los otros elementos. Aún más lamentable, una vez que el cadmio entra al cuerpo, no se puede sacar. La malnutrición que sospechaba Hagino al principio también jugó un rol. La dieta local dependía fuertemente del arroz, el cual carece de ciertos nutrientes, entonces los cuerpos de los agricultores estaban faltos de ciertos minerales. El cadmio imitó esos minerales lo suficientemente bien que las células de los agricultores, desesperadas nutricionalmente, comenzaron a llevar a sus órganos tasas más altas de las que en otras condiciones hubiesen llevado.

Hagino publicó sus resultados en 1961. Predictivamente y quizás comprensiblemente, la compañía minera legalmente responsable, Minera y Fundiciones Mitsui, negó las irregularidades (sólo compró la compañía que había causado los daños). Para su vergüenza, Mitsui llevó a cabo una campaña para desacreditar a Hagino. Cuando se formó un comité local para investigar la “itai-itai”, la compañía Mitsui se aseguró que Hagino fuera excluido del comité, el experto mundial en la enfermedad. Hagino publicó sus trabajos en nuevos casos

encontrados de “itai-itai” en Nagasaki, lo que únicamente reforzó su reclamo. Eventualmente, el comité local con su conciencia afligida y aunque los pusieron contra Hagino, admitió que el cadmio podría causar la enfermedad. Pese a esta conclusión débil, el comité de salud del gobierno nacional, abrumado con la evidencia de Hagino, determinó que el cadmio causa sin lugar a dudas el itai-itai. En 1972, la compañía minera comenzó a pagar indemnizaciones a 178 sobrevivientes, los cuales en forma colectiva reciben más de 2,3 billones de yen. Trece años más tarde, el horror del elemento cuarenta y ocho todavía se conserva en la cultura de Japón que cuando los cineastas necesitaron matar a Godzilla, los militares japoneses usaron misiles de cadmio. Considerando que se usó una bomba nuclear para darle la vida a Godzilla, es una visión bastante tenue de este elemento.



---

El galio es un metal moldeable, sólido a temperatura ambiente que tiene una propiedad única: se derrite a 29 °C. Una clásica broma es fabricar cucharas de galio, servir un té y observar cómo los invitados se sorprenden cuando su Earl Grey hace que su utensilio desaparezca.

---

Muchas otras interesantes historias se encuentran en el libro “La Cuchara Menguante y otros relatos veraces de locura, amor y la historia del mundo a partir de la Tabla Periódica de los Elementos”, de Sam Kean.