



Cómo construir “Construyendo la tabla periódica”

“El éxito de una exposición de este tipo depende de que interese a todos los públicos, desde niños a profesores de la Facultad de Ciencias”.

Miguel Calvo



►
Cartel de la exposición "Construyendo la Tabla Periódica".

En el año 2019 se cumplió el 150 aniversario de la publicación por Dimitri Mendeleev de la Tabla Periódica de los elementos químicos. Para celebrarlo, se organizaron distintos actos a lo largo del mundo, y el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza preparó una exposición, "Construyendo la Tabla Periódica", comisariada por el autor de este artículo. Además se ha publicado un libro con el mismo título y autor, editado por Prames con la colaboración del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza, que está extensamente ilustrado, con "lo que hemos expuesto y lo que nos hubiera gustado exponer". Es decir, puesto que por razones obvias era imposible contar físicamente con la "moneda" de oro macizo de una tonelada de peso, fabricada por la ceca de Perth (Australia), el tesoro de piezas de oro de la necrópolis de Varna (Bulgaria), el retrato de Lavoisier y su esposa, de Jacques Louis David, del Metropolitan Museum of Art de Nueva York, o un bloque

de plutonio de 5,6 kg (la mitad del necesario para fabricar una bomba atómica) al menos hemos conseguido que los interesados pudieran verlo en fotografía.

El éxito de una exposición de este tipo depende de que interese a todos los públicos, desde niños a profesores de la Facultad de Ciencias. Esto implica que no puede basarse en la discusión del cambio del valor del radio atómico a lo largo de la tabla, pero tampoco en la exhibición de cables de cobre, tubos de plomo, teléfonos móviles y envases de aluminio de bebidas refrescantes. Como era previsible, una parte significativa del público asistente fueron grupos de estudiantes guiados por sus profesores. Contando con ello, en la exposición se incluyó una Tabla Periódica (diseñada por Víctor Montalbán), construida mediante grandes cubos de

cartón, cada uno correspondiente a un elemento, montados de tal forma que pudieran girar individualmente en sentido horizontal, y con el símbolo, el descubridor, usos y detalles anecdóticos distribuidos a lo largo de las cuatro caras visibles. Este tipo de tabla puede ser especialmente útil para los estudiantes de enseñanzas básicas o medias, ya que permite distintas formas de interacción, desde "adoptar un elemento", del que se pueden incluir imágenes de objetos y usos corrientes en los que intervenga, y buscarlo en las vitrinas y en Internet, a alinear las luces que se producen en tubos de descarga con gases nobles y comparar los colores. Recorriendo el resto de las paredes de la sala, se desarrolló un cronograma representando el descubrimiento y uso de los elementos desde la Prehistoria hasta la síntesis de los últimos incluidos en la tabla.



►
Vista parcial de la tabla periódica móvil.

CÓMO CONSTRUIR "CONSTRUYENDO LA TABLA PERIODICA"

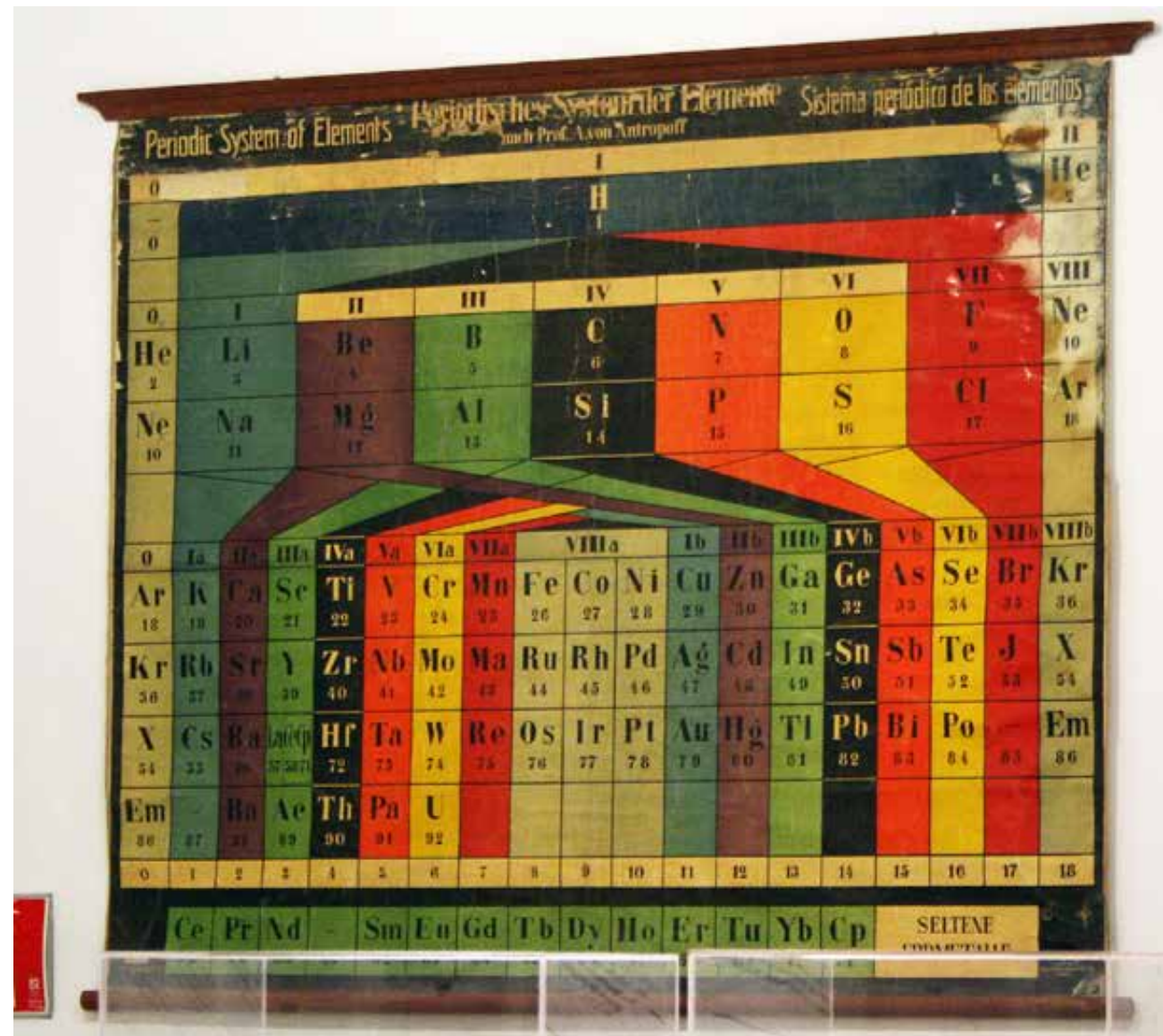
Además se mostraron en pequeñas vitrinas diversos ejemplos de tablas periódicas que forman parte de publicaciones antiguas, entre ellas las del propio Mendeleev, incluida en una separata de la publicación de 1879 en la revista *Moniteur Scientifique-Quesneville*, y otra en la edición en francés de 1895 de sus *Principios de Química*, ambas conservadas en la biblioteca de la Facultad de Ciencias. Otras tablas presentes fueron la publicada en 1874 por Rammelsberg (la primera tabla de Mendeleev publicada por otro científico) y, también, la primera incluida en un libro en castellano, publicado en 1884 por Santiago Bonilla. En una de las paredes se mostraba un espectacular ejemplo de Tabla Periódica mural, diseño de Andreas von Antropoff, de 1925, prestada por el Instituto Ramón y Cajal de Huesca.

La exposición principal, formada con objetos distribuidos en vitrinas, se diseñó para que se pudiera observar cómo se fueron descubriendo los elementos químicos, situando primero los conocidos en la Antigüedad (Au, Cu, Ag, Sn, Fe, Pb, Hg, C y S), continuando con los des-

Sistema Periódico de los Elementos, en versión mural, según diseño de Andreas von Antropoff en 1925.



Imágenes cedidas por el autor.



cubiertos por los alquimistas (As, Sb, Bi y P) y, sucesivamente, a lo largo de la historia de la química hasta el oganesón.

Un elemento puede representarse de distintas formas. Podría considerarse como una representación óptima la presencia de un mineral importante que lo contenga, el retrato del descubridor, la publicación original en la que se describe, y el elemento mismo, en forma visible, preferiblemente como un objeto llamativo y no muy conocido fabricado con él. No siempre pueden incluirse todos estos materiales, y además el espacio disponible no lo hubiera permitido, de modo que se pueden analizar distintos casos.

En el caso del cobre, por ejemplo, al haberse descubierto en la Prehistoria, no hay descubridor oficial ni publicación del descubrimiento, pero sí ejemplares de los minerales que se utilizaron inicialmente para obtenerlo, como el cobre nativo y la malaquita.

Vitrinas de la exposición. En el centro puede verse el retrato de Vauquelin grabado en papel y, en un disco de cromo, el volumen de la revista en el que publicó el descubrimiento de este metal y un ejemplar de crocoíta, el mineral en el que lo encontró. A la izquierda, minerales de titanio, molibdeno, niobio y tántalo, y medallas y objetos fabricados con esos metales.



Cobre nativo procedente de la mina Herrerías, La Puebla de Guzmán (Huelva).



◀
Cruz de Katanga, lingote-moneda de cobre de principios del siglo XX. Pesa 865 g y los brazos de la cruz miden 22 cm de longitud.

Imágenes cedidas por el autor.

Como uno de los objetos representativos se seleccionó, entre otros, una cruz de Katanga, lingote-moneda fabricado por fundidores artesanales, utilizado hasta hace poco tiempo en la zona central de África con esas dos utilidades.

En la plata, una buena representación del elemento puede ser una moneda de ocho reales acuñada en Potosí, ejemplo de la famosa "pieza de a ocho", o "real de a ocho", sueño durante siglos de todos los piratas y buscadores de tesoros. De hecho, la moneda, procedente de un naufragio, estaba claramente dañada por el agua de mar. Junto con ella se mostraban en la exposición monedas de plata ibéricas y romanas, un ejemplar de plata nativa y un imaginativo grabado de cómo era la mina de Potosí, publicado en 1777 y realizado probablemente por un artista inglés, que no había visto ni Potosí ni una mina.

El plomo puede representarse entre otros materiales con proyectiles de honda romanos. En esa época, el plomo tenía aplicaciones como la construcción de tuberías, urnas funerarias y otros recipientes, pero se obtenía en cantidades enormes, como producto de la extracción de la plata de la galena argentífera. De hecho, en las fundiciones situadas en el SE de España,

muchas escorias muy ricas en plomo producidas en el proceso de copelación se arrojaban a las escombreras sin recuperar el metal, y fueron reaprovechadas a gran escala en el siglo XIX. El valor del plomo era pues mínimo, su disponibilidad enorme y compensaba su aplicación bélica.

El níquel fue obtenido oficialmente por primera vez en 1751 por Axel Fredrik Cronstedt, a partir de un mineral que, junto con otros, había representado un quebradero de cabeza para los mineros alemanes durante muchos años. Era semejante a otros que contenían cobre o plata, pero si intentaban extraerse estos metales, lo único que se obtenía eran escorias y humos venenosos de arsénico. La mitología minera alemana explicaba que los Kobolds y los Nickels, geniecillos malévolos que vivían en las minas, robaban la plata y el cobre de los minerales, dejándolos inservibles. Cuando Georg Brand y Axel Fredrik Cronstedt descubrieron que realmente contenían metales, pero desconocidos, los llamaron Kobalt y Nickel respectivamente, cobalto y níquel en castellano.

El níquel se utilizó inicialmente en forma de aleaciones, y hay que destacar que una aleación con el cobre se utilizó unos 20 siglos antes de su descubrimiento oficial, en monedas acuñadas en Bactria, en Asia Central.



A) Pieza de 8 reales plata, acuñada en Potosí en 1672.



B) Proyectil de plomo para honda, de 98 g de peso y 4,5 cm de longitud. Principios del siglo I a.e.c. Guerras sertorianas, Aragón.



C) Los nickels mitológicos intentan molestar a un imperturbable minero alemán. Medalla de níquel acuñada en 1936 por Vereinigte Deutsche Metallwerke A.G., Zweigniederlassung.



D) Anverso de una moneda acuñada en cuproníquel por Agatocles de Bactria hacia el año 190 a.e.c.



E) Medalla distribuida por la empresa Mond en 1925, para representar su método de purificación del níquel.

De estas monedas se saben los nombres de los gobernantes que las acuñaron (Euthydemus II, Agathocles y Pantaleon) y de estos gobernantes, además de que acuñaron monedas, poco más. El origen del metal y la tecnología utilizada se desconoce por completo.

Para que el níquel metálico pueda utilizarse como tal en muchas aplicaciones (básicamente, para que sea maleable) es necesario obtenerlo con un grado de pureza elevado. The Mond Nickel Co.Ltd. difundió el que utilizaba, la formación de tetracarbonilo de níquel, volátil y consecuentemente fácil de separar, no solamente en patentes y publicaciones, sino en una medalla simbólica, con el níquel representado como el demonio que le da nombre, bailando sobre las llamas y haciendo juegos malabares con una bolas (el monóxido de carbono).

“El plomo puede representarse entre otros materiales con proyectiles de honda romanos.”

El químico francés Louis Vauquelín descubrió en 1798 el cromo (en el mineral cromita) y el berilio (en el berilo y en la esmeralda), y el hecho de que precisamente el cromo fuera el responsable del color verde de la esmeralda. Un trabajo redondo aunque, dada su capacidad científica y el enorme número de materiales que estudió, lo que casi resulta sorprendente es que no descubriera ningún otro elemento.

El alumbre (sulfato de potasio y aluminio) se conoce al menos desde la época romana, y los primeros químicos descubrieron que en él se encontraban dos "tierras" (óxidos de elementos), la potasa y otra que no pudieron identificar. Ni siquiera la electrolisis permitió inicialmente la extracción del elemento desconocido (al parecer Hans Christian Ørsted lo consiguió, pero su trabajo no pudo reproducirse posteriormente), siendo obtenido por Friedrich Whöler en pequeñas cantidades

mediante un procedimiento químico, la reducción del cloruro de aluminio con potasio metálico. Las mejoras del procedimiento permitieron su extracción a escala industrial, pero su precio bajó simplemente desde el del oro al de la plata, y con producciones anuales de unas cuantas toneladas. Los objetos fabricados con aluminio son curiosidades históricas. Uno de ellos es la punta metálica situada en el extremo del obelisco del monumento a Washington, fabricada en 1884, de 2,85 kg de peso, y que costó 225 dólares. También se conservan esculturas, pequeños objetos de adorno y medallas.

La obtención por el procedimiento electrolítico, gracias al descubrimiento de que la alúmina podía disolverse en criolita fundida, y al desarrollo de generadores eléctricos eficaces, permitió que el aluminio se convirtiera en el segundo metal más barato y segundo producido en mayor cantidad, en ambos casos tras el hierro.

“El químico francés Louis Vauquelín descubrió en 1798 el cromo y el berilio, y el hecho de que precisamente el cromo fuera el responsable del color verde de la esmeralda.”

El "jacinto", piedra preciosa que corresponde al mineral que actualmente recibe el nombre de zircón, se conoce desde antiguo. En 1789, Martin H. Klaproth descubrió en él una "tierra nueva", pero hasta 1824 no se consiguió aislar el elemento presente, en una forma muy impura. En 1910 se obtuvo en forma pura, a partir de 1920 se utilizó en algunas aleaciones y, desde 1938, por su gran resistencia química, en la fabricación de algunos equipos industriales. Cuando se planificó la construcción del primer submarino de propulsión nuclear, el Nautilus, se consideró que el zirconio era un material ideal para la construcción de la cubierta de las barras de combustible, por su elevada resistencia química y su baja absorción de neutrones. Ahora bien, eso exigía purificarlo para hacerlo maleable, y además eliminar el hafnio, metal que siempre le acompaña en la naturaleza, y que absorbe intensamente los neutrones, por lo que obstaculizaría el funcionamiento del reactor.

Ejemplar de esmeralda obtenido en A Franqueira (Pontevedra), un silicato de aluminio y berilio que debe su color verde a la presencia de cromo.



Medalla acuñada por la empresa The Aluminium Company Limited en 1889 con aluminio obtenido por proceso químico (izquierda) y medalla de aluminio acuñada por The British Aluminium Company Limited en 1894. Como puede verse por las líneas eléctricas y las máquinas de la imagen, la propia medalla señala que se utilizaba ya la electricidad para producirlo (derecha).



Imágenes cedidas por el autor.



Bombillas de flash de un solo uso, rellenas de hilo de zirconio en una atmósfera de oxígeno. La ignición se produce al atravesar la corriente eléctrica un hilo de wolframio (arriba) y medalla acuñada en zirconio con el metal producido a partir de 1947 por el Albany Metallurgy Research Center para su uso en reactores nucleares (abajo).

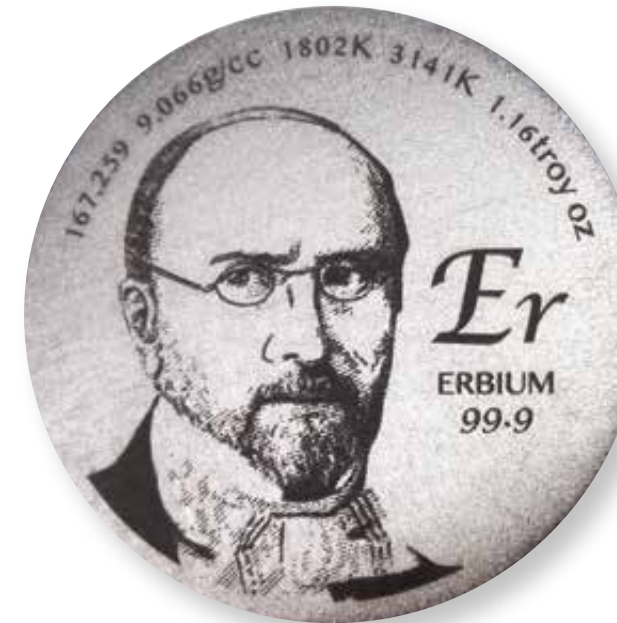


El Gobierno de los Estados Unidos encargó la tarea al Albany Metallurgy Research Center, que la llevó a cabo de manera eficiente como para poder acuñar medallas con el excedente

Una propiedad del zirconio es que su resistencia química depende mucho de la temperatura y grado de división. A temperatura elevada y finamente dividido, como polvo o esponja, es capaz de reaccionar de forma explosiva con el oxígeno. Esta propiedad hizo que se utilizara en una aplicación actualmente obsoleta pero muy visual: las bombillas de un solo uso para los flashes de fotografía.

De la misma forma se pueden exponer otros elementos, especialmente la mayoría de los metales. Los del grupo de las tierras raras se conservan en tubos de vidrio sellados rellenos de argón, ya que son generalmente inestables frente a la atmósfera ordinaria. Algunos, como el erbio no necesitan protección. Dado que no existe ningún objeto común fabricado con él, una forma

“A temperatura elevada y finamente dividido el zirconio es capaz de reaccionar de forma explosiva con el oxígeno.”



Disco de erbio con la imagen de su descubridor, Carl Gustaf Mosander, grabada con láser (izquierda) y medalla de homenaje a Pierre Curie y Marie Sklodowska Curie, obra de Ovide Yencesse, de alrededor de 1910 (derecha).



Imágenes cedidas por el autor.

de exponerlo es con una medalla de una serie fabricada por una empresa china, en la que aparecen las efigies de los descubridores grabadas en un disco del propio metal que descubrieron.

No todos los elementos son susceptibles de ser expuestos, unos porque no son visibles, salvo utilizando instalaciones especiales, como tubos de descarga (como los gases nobles), otros porque son peligrosos en caso de accidente (el bromo o los metales alcalinos) y otros porque son directamente peligrosos sin más (los radiactivos). Los segundos quedarían razonablemente documentados con los retratos de quienes los aislaron o descubrieron y los minerales que los contienen. En cuanto a los radiactivos, solo se expuso una pequeña muestra de uraninita, bien protegida para que no representara un riesgo. Los elementos de número mayor del einsteinio no existen realmente (las increíblemente pequeñas cantidades obtenidas se desintegraron inmediatamente después de su obtención). El californio, el elemento más pesado obtenible comercialmente, no es algo que

pueda exponerse al público, dado que además de ser extremadamente radiactivo es un emisor de neutrones, lo que exigiría un blindaje complejo y voluminoso, para algo realmente invisible. En estos casos, los retratos de los descubridores, en forma de fotografía o medalla, es prácticamente la única representación posible.

Miguel Calvo
Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Facultad de Veterinaria
Universidad de Zaragoza