

**DIRECCIÓN MUNCYT**

Marina Martínez de Marañón Yanguas

**AUTOR**

Miguel Barral Precedo  
(Museo Nacional de Ciencia y Tecnología)

**EDITA**

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FSP (FECYT)

**ILUSTRACIÓN**

CURRO OÑATE / WEARBEARD

**MAQUETACIÓN E IMPRESIÓN:**

Advantia, Comunicación Gráfica, S.A.

**Depósito legal:** M-19031-2021

**NIPO:** 831210128

**e-NIPO:** 831210133

Síguenos en:



[www.muncyt.es](http://www.muncyt.es)



[www.facebook.com/muncyt](https://www.facebook.com/muncyt)



@muncyt



@muncyt\_es



# Los otros "elementos" de la Tabla Periódica

- MENDELEEV: PADRE DE LA TABLA Y EL PRIMERO DE LOS "ELEMENTOS"
- KIRCHHOFF, BUNSEN Y LA ESPECTROSCOPÍA DE EMISIÓN
- EL CALORÍMETRO DE BLACK Y LA BALANZA DE LAVOISIER... ¿O ERA AL REVÉS?
- LOS "ELEMENTOS" ESPAÑOLES
- LOS "ELEMENTOS" DE LOS ELEMENTOS RADIATIVOS: LA SERIE DE LOS CURIE
- LOS ELEMENTOS TRANSURÁNICOS EN SU "ELEMENTO"



# Los otros "elementos" de la Tabla Periódica

## Mendeleev: padre de la Tabla y el primero de los "elementos"

### Elemento

Del lat. *elementum*.

1. m. Parte constitutiva o integrante de algo.
2. m. En la filosofía griega, cada uno de los cuatro principios que componen el universo: tierra, agua, aire y fuego.
3. m. Fundamento, medio o recurso necesarios para algo. Me faltan elementos de análisis.
4. m. Medio en que se desarrolla y habita un ser vivo.
5. m. Componente de una agrupación humana. El elemento conservador. Elementos subversivos.
6. m. Individuo valorado positiva o negativamente para una acción conjunta. Pedro es uno de los mejores elementos con que contamos. ¡Qué elemento está hecho Fulano!
7. m. Fís. Conjunto de dos cuerpos heterogéneos que pueden producir una corriente eléctrica.
8. m. Mat. Cada uno de los componentes de un conjunto.
9. m. Quím. Sustancia constituida por átomos cuyos núcleos tienen el mismo número de protones, cualquiera que sea el número de neutrones.

Tal y como constata el Diccionario de la Real Academia Española, desde un punto de vista químico, un elemento es una sustancia constituida por átomos iguales. Pero asimismo se puede entender "elemento" como cada uno de aquellos individuos que merecen reconocimiento debido a su labor conjunta. Y por otro lado, quién no ha empleado o escuchado alguna vez la expresión coloquial "¡menudo elemento está hecho!" para expresar que el aludido es un personaje o individuo peculiar. Pues es precisamente a estos otros "elementos", a los científicos que descubrieron los distintos elementos químicos presentes en la Tabla Periódica de los ídem -y a airear sus peculiaridades y con ello humanizarlos- a los que está dedicada esta exposición. Porque no hay mejor forma de acercarse, descubrir y disfrutar de la ciencia que a través de las historias de sus protagonistas; de sus vidas y "milagros". Pero también sus manías y rarezas.

### Actividad:

Antes de continuar leyendo, trata de identificar a los otros "elementos" representados en las casillas de la tabla que constituyen la cubierta y la contracubierta de este cuadernillo. Al igual que sucede en la Tabla original, donde los números que acompañan a cada elemento son característicos de éste; los dibujos que acompañan a cada retrato también ayudan a identificar al personaje.

Pero antes de meternos en materia, es conveniente una mínima introducción sobre esa "acción conjunta" desarrollada por los protagonistas de este cuaderno, que no es otra que el establecimiento de la Tabla Periódica de los elementos químicos.

Publicada por primera vez en 1869, la Tabla Periódica de los elementos químicos es considerada en la actualidad, y desde hace ya muchas décadas, uno de los mayores logros alcanzados en la ciencia y una herramienta fundamental no sólo para la química sino también para la física, la biología y otras disciplinas afines. No es para menos ya que en una estructura tan sencilla, visual e intuitiva, es capaz de condensar gran parte de las principales propiedades químicas de todos los elementos químicos conocidos, incluidas sus afinidades y su tendencia a interactuar con otros, factores claves a la hora de predecir su comportamiento en las distintas reacciones químicas.

Pero ¿quién descubrió –o inventó– la Tabla Periódica?, ¿y cómo y por qué la concibió? Para responder a estas preguntas hay que acercarse a la figura del padre de la criatura, si acaso, el primero de los "elementos".

En realidad, todo surgió, precisamente, del empeño de un devoto y esmerado maestro ruso alejado de los principales círculos científicos, para los que era un completo anónimo: Dimitri Mendeleev. Tras ser nombrado catedrático de química de la Universidad de San Petersburgo, Mendeleev comenzó a preparar el curso universitario y como parte de ello, se afanó en encontrar un libro de texto para recomendar a sus alumnos. Al no encontrar ninguno que lo satisficiera, resolvió escribir él mismo su propio tratado, que bajo el título de "Principios de Química" se ocupase de describir de forma apropiada los elementos químicos y sus propiedades.

Comenzó a escribirlo durante el año 1868, dedicando los primeros capítulos del texto a los elementos más importantes o principales -hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, y carbono-. Y el resto decidió ordenarlos atendiendo a su valencia en relación con la del hidrógeno. Comenzando por los halógenos, univalentes. Siguiendo el criterio escogido, los siguientes debían ser los elementos alcalinos, también univalentes. A tal efecto, ocupó los meses de enero y febrero de 1869 a escribir los capítulos que los tratasen. Sin embargo, había algo que le chirriaba. A pesar de ser univalentes como los halógenos, presentaban unas propiedades y una reactividad química muy distinta. Aquello no cuadraba. Fue entonces cuando decidió intentar un enfoque distinto y probar a ordenar los elementos conocidos atendiendo no a su valencia, sino a su peso atómico.

El 1 de marzo de 1869, Mendeleev tenía previsto emprender un viaje a la región de Tver, para cumplir con su compromiso con la Sociedad Económica, que le había encomendado investigar los métodos para la elaboración de quesos artesanales en esa zona. Sin embargo, en lugar de eso optó por quedarse en casa para concretar la idea que le rondaba por la cabeza. Para lograrlo, preparó un taco de tarjetas en las que escribió los símbolos, pesos atómicos y principales propiedades de cada elemento y comenzó a disponerlas en función de su peso atómico en una serie de columnas, jugando una suerte de "solitario químico" que le llevó a descubrir "que los elementos ordenados atendiendo a sus pesos atómicos presentan una evidente periodicidad en sus propiedades", tal como enunciaría, fechas más tarde, su ley de la periodicidad. Una periodicidad que "obligó" a Mendeleev a dejar huecos en su tabla a fin de mantenerla.

El trascendental "solitario químico" que aquel primero de marzo jugó Mendeleev se concretaría en su "Intento para un sistema de los elementos basado en su peso atómico y su afinidad química" tal como tituló el artículo en el que reportaba su descubrimiento y que leería ante la Academia de Ciencias Rusa ese mismo marzo de 1869. De facto, un intento que era en realidad el primer boceto de la Tabla Periódica de los elementos (y un boceto en una disposición perpendicular respecto a la actual, donde las originales columnas corresponden a los modernos periodos).

Lo más extraordinario de todo no es que Mendeleev dejara huecos en la tabla, sino que fuese capaz a partir de ellos de deducir la existencia de elementos aún por descubrir y de predecir sus propiedades en función

de su posición en aquella a partir de la recién descubierta ley. Y asimismo que se atreviese a poner en tela de juicio los pesos atómicos de determinados elementos –y que habían sido calculados por algunos de los más prestigiosos y respetados químicos de la época- bajo el argumento de que no se ajustaban bien a lo que la periodicidad de su tabla exigía. Claro que por aquel entonces aquello debió de parecer, a ojos de sus colegas, más un acto de prepotencia o un desvarío.

Pero el descubrimiento, entre 1875 y 1886 de tres nuevos elementos –galio, escandio y germanio- que encajaban en los huecos dejados por Mendeleev y se ajustaban a la perfección a las propiedades que éste les había asignado, reafirmaron el logro del ruso y le confirieron a la Tabla Periódica su *statu quo* definitivo.

## Reto: ¿Te hace una partida de cartas?

Y pensar que todo se originó con una partida de cartas... Es por ello que te proponemos jugar otra "elemental" partida con una baraja –y unas reglas- ligeramente distintas. El reto consiste en identificar, a partir de las pistas consignadas en cada una de las siguientes tarjetas, qué elemento se oculta tras la misma. Eso sí, a diferencia de Mendeleev, puedes jugar en modo solitario o en grata compañía.

- Descubierta por Bernard Courtois en 1811
- Durante años se obtenía a partir de las algas marinas
- Su primer uso comercial fue fotográfico, para producir los recién inventados daguerrotipos.
- Entre sus múltiples aplicaciones actuales la más popular es como desinfectante de heridas
- Fundamental para el organismo humano, un déficit en la dieta produce bocio

- Tras el oxígeno es el elemento más abundante en la corteza terrestre
- Forma parte de la arena, el cuarzo o el ópalo... y de las algas diatomeas
- Se usa mucho como semiconductor en la industria electrónica y da nombre a un conocido valle californiano
- La exposición continuada al mismo puede provocar una grave enfermedad pulmonar

- Conocido desde la antigüedad
- Desde entonces ha sido profusamente empleado con múltiples usos; desde fabricar tuberías hasta en tintes para el pelo o como aditivo para la gasolina para evitar el golpeo...
- ...La mayor parte de ellos actualmente prohibidos al ser tóxico, bioacumulable y cancerígeno
- Se sigue empleando en baterías de vehículos, munición, pesos y como material protector frente a la radiación

- Descubierta en 1898 por William Ramsay y Morris Travers
- Pese a lo que sugiere su nombre carece de superpoderes: es un gas inodoro, incoloro y apenas reactivo
- Se usa sobre todo como gas de relleno en la industria luminica
- Se extrae por destilación del aire, a pesar de que se encuentra en una concentración en volumen de 1 parte por millón en la atmósfera

- Se conoce desde muy antiguo
- Su principal uso siempre ha sido en joyería. También se aplica en la fabricación de espejos
- Su acumulación en el organismo puede provocar una enfermedad conocida como argiria
- Según la leyenda, es una de las pocas cosas que puede matar a un hombre lobo

- Descubierta por el alquimista alemán Hennig Brand en 1669.
- Se considera el primer elemento "químicamente", como el residuo obtenido tras calentar y destilar grandes cantidades de orina
- Su principal uso es como fertilizante; también se emplea en la fabricación de cerillas
- Se presenta en dos formas o alótropos, blanco y rojo. El primero es tóxico y arde espontáneamente en contacto con el aire
- Fundamental para la vida y para la estructura del ADN

- Descubierto en la antigüedad
- Es el único metal líquido a temperatura ambiente
- Es tóxico y los peces pueden llegar a bioacumularlo en su carne en cantidades significativas entrando así en la cadena trófica
- Durante siglos se empleó en la fabricación de barómetros y termómetros debido a su elevada densidad

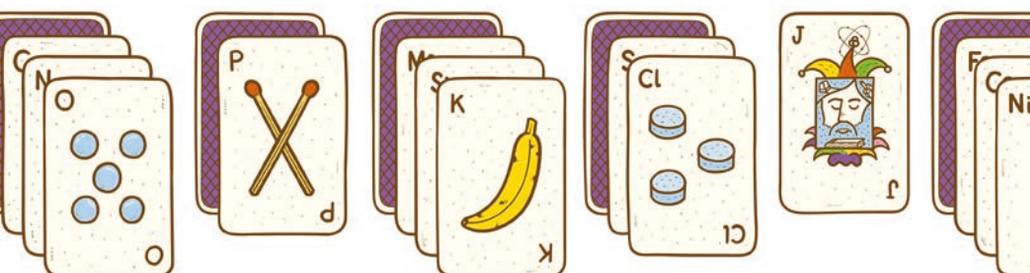
- Es el metal de menor densidad y reacciona violentamente con el agua
- Fue descubierto por Johan August Arfwedson en 1817
- Su principal uso es en baterías recargables
- En forma de sales también se emplea como fármaco para tratar el trastorno bipolar

- Descubierto por Martin Heinrich Klaproth en 1789
- Aparece en la naturaleza como piedra semipreciosa
- En su forma metálica es excepcionalmente resistente a la corrosión
- Junto con el niobio, es superconductor a bajas temperaturas por lo que se emplea en la fabricación de imanes superconductores

- Descubierto en 1783 por los hermanos españoles Juan José y Fausto Elhuyar
- Es el metal con un punto de fusión más elevado
- Por ese motivo durante muchos años fue el material con el que se fabricaban los filamentos de las bombillas incandescentes
- Combinado con carbono da un compuesto tremendamente duro con el que fabrican las mejores y más potentes herramientas de corte

- Fue descubierto por Marie Curie en 1898
- Es un elemento extremadamente escaso en la naturaleza, aparece en las minas de uranio.
- La mayor parte de la producción mundial proviene de Rusia y se obtiene de forma artificial
- Es un semimetal gris plateado y emisor de partículas alfa
- Se emplea como fuente de calor en misiones espaciales debido al calor que libera en virtud de su naturaleza radiactiva

- Descubierto por Humphry Davy en 1807
- Cumple un papel fundamental en el organismo como electrolito
- Algunos alimentos como las sardinas, las nueces, el chocolate y los plátanos son ricos en él
- Su ingesta está especialmente recomendada para las personas con hipertensión



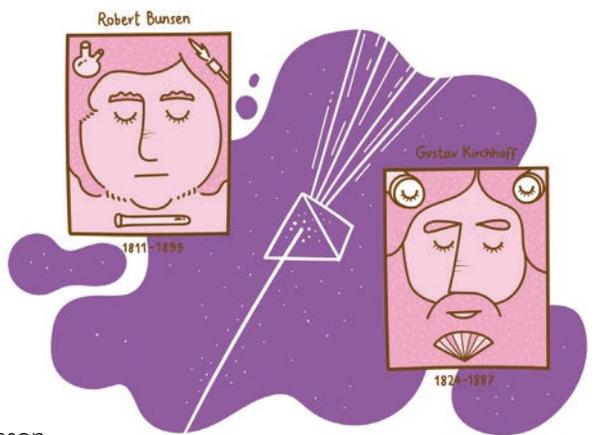


## Los otros "elementos" de la Tabla Periódica

# Kirchhoff, Bunsen y la espectroscopía de emisión (o los "elementos" que inventaron la técnica y el aparato para descubrir elementos)

Robert Bunsen siempre se caracterizó por ser un ávido experimentador. Era además un experto soplador de vidrio y solía fabricarse su propio material, diseñando e inventando nuevos o mejorados aparatos, instrumentos y equipo de laboratorio: calorímetros de hielo y vapor, la denominada pila Bunsen, una bomba de filtración, una termopila...

...Y por supuesto, el mechero Bunsen, ideado durante la década de 1850 basándose en las invenciones de Argand y Faraday y que proporcionaba una llama translúcida y de alta temperatura, ideal para la realización de pruebas y análisis químicos, por lo que reemplazó al soplete como principal fuente de calor en los laboratorios. Anticipando lo que vendría luego, Bunsen empleó su mechero para identificar metales y sales mediante el color de la llama que producían y que ahora se podía apreciar sin interferencias por parte de la fuente.



### **Actividad: Al calor y color de una llama**

*En la década de los 1850s la principal técnica analítica de identificación de nuevos elementos y compuestos era a través del color de la llama que producían al ser calentados a altas temperaturas. La mayor limitación era*

que el color de la llama de la fuente interfería con el de la llama de la sustancia a estudio, dificultando la correcta identificación. El mechero inventado por Bunsen incorporaba un regulador para la entrada de aire en la corriente de gas combustible que permitía obtener una llama incolora, limpia, al no generar hollín, y además mucho más intensa.

Estudia el color de la llama de una vela normal y observa las distintas zonas que se aprecian, compárala con la llama de otras fuentes: mechero de alcohol, la del hornillo del camping,....



Fue también por entonces, en 1850, cuando Bunsen conoció al físico teórico Gustav Kirchhoff, con quien, tres años más tarde, cuando ambos se reunieron en la Universidad de Heidelberg, entabló una fructífera y exitosa colaboración que iba a resultar decisiva para la química y que culminó con la invención de una nueva técnica analítica, la espectroscopía de emisión; y del aparato para desarrollarla, el espectroscopio de emisión, el instrumento más importante en la historia del descubrimiento de los elementos químicos.

*“Es conocido que algunas sustancias tienen la propiedad de producir líneas brillantes cuando son puestas bajo una llama. Un método de análisis cualitativo puede basarse en estas líneas. Las líneas aparecen más claramente cuanto mayor es la temperatura y menor la luminiscencia de la llama...”*

Con estas palabras arrancaba el artículo, publicado en 1860 en “Annalen der Physik und der Chemie”, en el que Kirchhoff y Bunsen explicaban el fundamento de la nueva técnica analítica y describían su revolucionario espectroscopio: en esencia, consistía en una caja o cámara oscura de madera con dos oculares, uno para el observador y otro dispuesto delante de la llama con la que se excita la sustancia a examen. Y con un prisma en su interior que despliega el espectro. Junto a éste, el otro elemento clave era, claro está, el mechero Bunsen, que generaba el calor y la llama traslúcida imprescindible.

Empleando esta técnica y este aparato, Kirchhoff y Bunsen descubrieron, ese mismo año, dos nuevos elementos químicos: el cesio y el rubidio. Más importante aún es que su técnica y su aparato abrieron la puerta al descubrimiento, casi de inmediato, de numerosos elementos químicos desconocidos hasta ese momento. Una circunstancia que iba a resultar definitiva para el establecimiento de la Tabla Periódica.

Al calentar la muestra, los electrones atómicos saltan desde su estado fundamental a un nivel de mayor energía (estado excitado). Al caer de nuevo al nivel de menor energía, cada electrón excitado emite un fotón de una longitud de onda determinada que aparece como una línea concreta en el espectro de emisión.

El espectro de emisión de un elemento es único. Puede entenderse como una "huella dactilar" que permite identificarlo.

## Menudos "elementos":

### Robert Bunsen: codescubridor del cesio y el rubidio

- Durante sus primeros años, investigó las sales de arsénico y descubrió el antídoto para el envenenamiento por este metal. El mismo que años más tarde le salvaría la vida tras una explosión accidental en su laboratorio en el que además de envenenarse perdió la vista del ojo derecho.
- En 1846 formó parte de una expedición científica a Islandia tras la erupción del volcán Hekla que le permitió descubrir el mecanismo de los géiseres tras arriesgar su vida para tomar medidas en su interior.
- Parece ser que descuidaba bastante su imagen y su higiene personal hasta el punto de que la esposa de uno de sus colegas afirmó en una ocasión que no le importaría besarle siempre y cuando se diese una ducha antes.
- Entre sus alumnos, que lo adoraban, tenía fama de ser un buenazo y un bromista; además de un gran contador de anécdotas, muchas de las cuales fueron recopiladas tras su muerte en un librito titulado "Bunseniana".

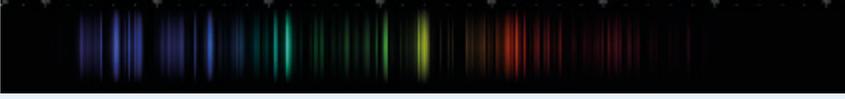
### Gustav Robert Kirchhoff: codescubridor del cesio y el rubidio

- Fue sobre todo un físico teórico, que sentó las bases del análisis matemático para el estudio de los fenómenos físicos que creó escuela e iba a impulsar el gran desarrollo de la física teórica alemana en la primera mitad del s. XX.
- Fruto de ello, enunció las leyes de Kirchhoff de los circuitos eléctricos, la ley de Kirchhoff de la termoquímica y la ley de Kirchhoff de la radiación. También introdujo el concepto de cuerpo negro.
- Sólo abandonó el trabajo de laboratorio tras un accidente que lo dejó incapacitado y le obligó a usar muletas o silla de ruedas.
- Descubrió la espectroscopía de absorción, con la que explicó la existencia de las líneas de Fraunhofer en el espectro solar, además de aplicarla para el estudio de la composición del sol y las estrellas con lo que abrió una nueva era en la investigación astronómica.

## Reto: Las sospechas del asistente de laboratorio de Bunsen y Kirchhoff

Tras una ajetreada mañana de trabajo con su nuevo espectroscopio, Bunsen y Kirchhoff, han hecho una pausa para ir a comer; momento que su asistente de laboratorio ha aprovechado para probar por su cuenta el flamante instrumento con una muestra "sospechosa" de contener un elemento desconocido a partir de la cual ha obtenido el siguiente espectro de emisión.

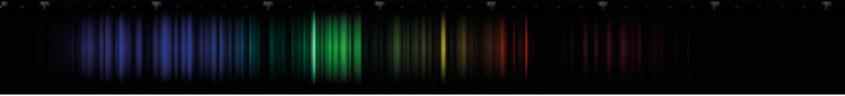
El espectro de la muestra sospechosa:



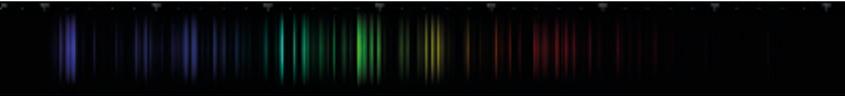
Ya solo queda compararlo con el catálogo de espectros de emisión de elementos conocidos para confirmar o descartar que se trata de un "nuevo" elemento:

Los espectros del catálogo:

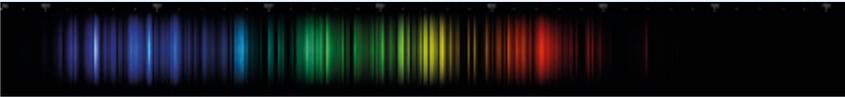
**romo**



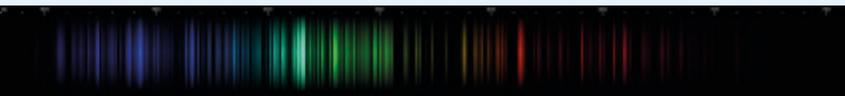
**iodo**



**vanadio**



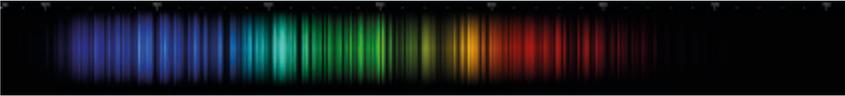
**zirconio**



**titanio**



**samario**





## Los otros "elementos" de la Tabla Periódica

# El calorímetro de Black y la balanza de Lavoisier... ¿o era al revés?

El físico escocés Joseph Black -descubridor del magnesio-, fue pionero en el empleo del termómetro como instrumento de medida analítica. Una innovación que le permitió descubrir y describir el calor latente y el calor específico.

El **calor latente** es la energía que intercambia (libera o absorbe) una masa de 1 kg de una sustancia pura con su entorno para cambiar de estado, a una presión determinada. El calor latente es específico de cada sustancia y del cambio de estado que experimenta.

El **calor específico** se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a 1 kg de una sustancia para elevar su temperatura en 1 K sin cambio de estado. Es una propiedad específica de la materia. Su unidad en el SI es  $J/(kg \cdot K)$ .

El descubrimiento de estas magnitudes, impulsó a otro "elemento"\*, el químico francés Antoine Lavoisier -junto con su compatriota y matemático Laplace- a inventar un nuevo instrumento que permitiese medirlas: el calorímetro.

Un calorímetro es un aparato que permite determinar la cantidad de calor liberado durante una reacción química y a partir de ella calcular la capacidad calorífica y el calor específico de las sustancias implicadas en la reacción.

En su diseño más habitual, el calorímetro consta de una cámara interior, en la que tiene lugar la reacción, y contenida a su vez en una cámara exterior que está llena de una sustancia, generalmente agua, de capacidad calorífica conocida. Así, a partir del aumento de la temperatura que experimenta el agua se puede calcular el calor liberado en la reacción.

El calorímetro inventado por Lavoisier y Laplace contenía hielo en la cámara exterior. El calor liberado se calculaba a partir de la cantidad del hielo derretido recogido en un recipiente bajo el calorímetro. De ahí que se denomine calorímetro de hielo... o de Black aunque, irónicamente éste ni lo inventó ni nunca lo llegó a usar.

### **Actividad: El calor latente de la lluvia**

*Seguro que lo has notado: cuando llueve y justo después de llover da la sensación de que hace menos frío. Lo cierto es que no es una sensación sino un hecho objetivo: cuando el vapor de agua condensa en gotitas líquidas, es decir, cambia del estado gaseoso al líquido, libera su calor latente de vaporización, que pasa al aire.*

*Es posible comprobarlo gracias a la multitud de indicadores de temperatura ambiente que hay por las calles: la próxima vez que se vislumbren negros nubarrones, fíjate en la temperatura que marca alguno de ellos justo antes y después de llover.*

Lo que Joseph Black sí empleó, además del ya referido termómetro, fue la balanza analítica. De hecho, es considerado asimismo el precursor del empleo de ésta en el análisis químico. Aunque, otra vez, el "elemento" que seguramente hizo mayor y mejor uso de ella fue Lavoisier, tan fanático de la precisión en las medidas como el escocés.

Armado con ella y tras realizar innumerables reacciones comprobó que la masa total de los reactivos que se combinaban era exactamente igual a la de los productos obtenidos. Lo que le llevó a descubrir y enunciar su famosa ley de la conservación de la masa o la materia:

**"En una reacción química la masa no se crea o se destruye, sólo se transforma"**

Una ley fundamental en el posterior desarrollo de la química, en el estudio de cómo y de qué forma se combinan los diferentes elementos químicos entre sí; y para la formulación de la teoría atómica.

Gracias a ella, Lavoisier pudo postular que los distintos elementos químicos se encuentran constituidos por unidades indivisibles, los átomos, iguales entre sí y distintos a los de los restantes elementos. Y, más en concreto que los átomos de distintos elementos difieren en su masa. Y asimismo que en una reacción química los átomos conservan su identidad y no son destruidos, sino que se combinan unos con otros para formar nuevos compuestos.

El empleo de la balanza de precisión también permitió a otro "elemento", Jöns Jacob Berzelius, calcular con gran exactitud la masa atómica de los 54 elementos conocidos por entonces, unos valores que resultaron de gran trascendencia para que, años más tarde, Mendeleev descubriese la Tabla Periódica.

(\*En sentido estricto, cabría clasificar a Antoine Lavoisier como "pseudoelemento" ya que no descubrió ningún elemento químico; aunque muchas fuentes lo citan como co-descubridor del oxígeno atendiendo a que estudió y describió sus características, propiedades y reactividad)



## Menudos “elementos”:

### Joseph Black: descubridor del magnesio

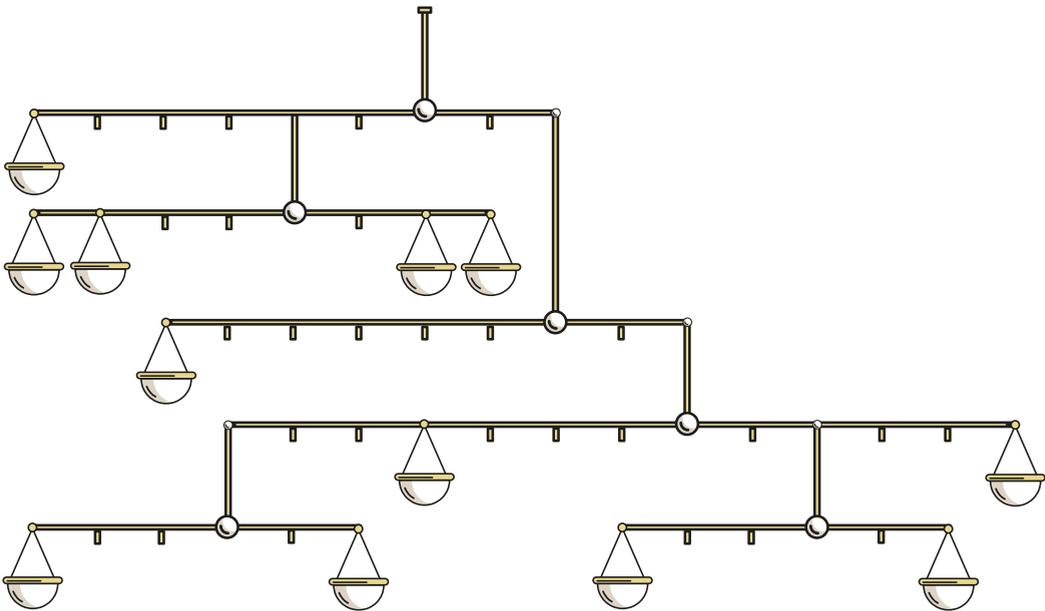
- Descubrió el magnesio en el marco de su tesis doctoral en medicina, mientras investigaba la posible aplicación de la magnesia (MgO) para tratar los cálculos urinarios.
- Irónicamente, uno de los aspectos más conocidos de su vida es la “leyenda” sobre cómo murió: al parecer fue descubierto por uno de sus sirvientes sentado en su butaca y con una taza de leche -de la que no se había derramado ni una gota- sobre sus rodillas. Epítome de su carácter metódico y parsimonioso.
- De hecho, se dice que era tan metódico que siempre pesaba en una balanza las guineas que le pagaban cada uno de sus alumnos por cada clase.
- Pese a que nunca se casó y a su delicada salud, no fue un santurrón: frecuentaba los clubes de moda de Edimburgo; disfrutaba de la compañía de mujeres ilustradas y no hacía ascos a cantar en las reuniones sociales. También tocaba la flauta y era un hábil dibujante.

### Jöns Jacob Berzelius: descubridor del silicio, cesio, torio y selenio

- Su primer trabajo fue como tutor en una granja, donde descubrió su afición por la recolección y clasificación de seres vivos e insectos. De allí pasó a trabajar de aprendiz en una farmacia, donde aprendió a soplar vidrio. Una habilidad que luego le facilitaría inventar nuevos instrumentos de laboratorio.
- Su primer trabajo químico fue analizando el contenido mineral de aguas manantiales. Años después también trabajaría preparando aguas minerales artificiales con fines terapéuticos.
- Es el padre de la formulación química moderna al sugerir el empleo de la primera letra del nombre latino -y la segunda si aquella se repetía- como símbolo para representar cada elemento y emplear superíndices para expresar la proporción en que se combinan. También definió e introdujo los conceptos de isomerismo, alotropía, catálisis y proteína.
- Con la edad se volvió cada vez más cabezota y cascarrabias y rechazaba cualquier novedad científica que cuestionase sus ideas.

## Reto: Para fanáticos de las balanzas

Coloca cada una de las siguientes pesas en los platillos de tal forma que cada balanza, así como todo el conjunto estén en equilibrio. Ten presente que, atendiendo a la ley de la palanca el peso real ejercido por cada pesa es su masa por la distancia al fulcro (nombre que recibe el punto de apoyo de una palanca... y asimismo de una balanza):





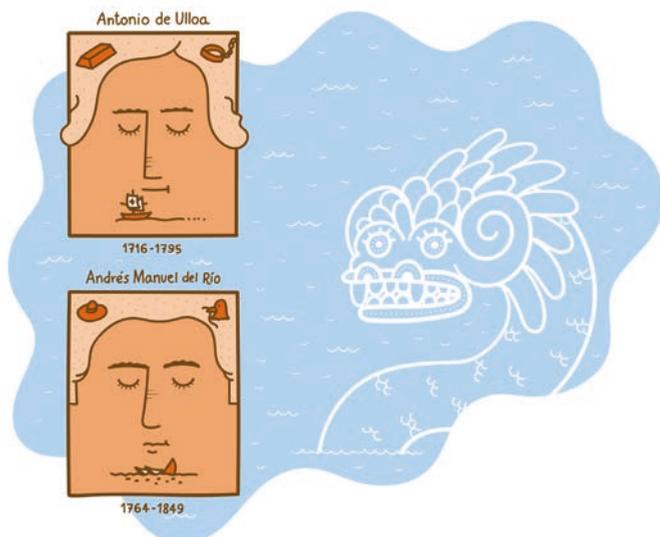
# Los otros "elementos" de la Tabla Periódica

## Los "elementos" españoles

En consonancia con su carácter internacional, en la Tabla Periódica de los elementos también tienen cabida un cuarteto de "elementos" españoles entre los cuales, además, existen curiosas conexiones: los hermanos Fausto y Juan José de Ellhuyar, Andrés Manuel del Río y Antonio de Ulloa; si bien estos dos últimos con una considerable dosis de suspense y controversia...

**Antonio de Ulloa es considerado el descubridor del platino...** aunque con matices. Su historia arranca cuando con, apenas 19 años, fue escogido por la corte de Felipe V como uno de los representantes españoles en la Misión Geodésica francesa. Una misión que lo llevó hasta Perú donde descubrió el platino en un mineral... si es que se le puede considerar su genuino descubridor, algo que siempre ha generado debate: dejando a un lado que el platino ya era de sobra conocido por los indígenas sudamericanos, lo cierto es que ya existían menciones "europeas" previas al respecto de la existencia de un mineral desconocido en el viejo continente. Además, y aunque Ulloa sí fue el primero en identificarlo como un nuevo elemento químico, no lo aisló, ni lo estudió, ni describió sus propiedades químicas, simplemente se limitó a describirlo de forma somera, a bautizarlo como platina y, eso sí, a traer una muestra a Europa. Aunque no sin sobresaltos, porque el navío francés en el que retornaba fue atacado por corsarios ingleses que se lo llevaron preso a Inglaterra: por suerte para el español, tanto sus notas científicas como las muestras recogidas fueron remitidas a la *Royal Society* que reconoció su importancia, excarceló al supuesto espía español y elogió su trabajo hasta el punto de elegirlo como miembro de tan prestigiosa sociedad. Si los científicos ingleses valoraron de tal manera su labor, no resulta tan descabellado elegirle como "elemento".

Peor suerte corrió **Andrés Manuel del Río, el primero en descubrir el vanadio**, también en una mina americana, en concreto, en las minas mexicanas de Zimapán; por lo que en un principio decidió bautizarlo como zimapanio, aunque luego cambió a panchromio antes de acabar decantándose por eritronio. Tras conseguir aislarlo y estudiar sus propiedades químicas aprovechó que Alexander von Humboldt se encontraba en México, para encomendarle que llevase una muestra del nuevo elemento junto con sus notas a Europa a fin de que se certificase su descubrimiento y fuesen publicadas. Para desgracia del español, el barco que transportaba gran parte del material recogido por el naturalista alemán en su expedición naufragó; y los papeles en los que Del Río consignaba sus resultados y el procedimiento seguido para alcanzarlos se perdieron. A Europa sólo llegó la muestra, que Humboldt entregó al químico francés Collet-Descotils quien, erróneamente, concluyó que el supuesto nuevo elemento en cuestión era el ya conocido cromo. Eso fue lo que propició que poco después el químico sueco Nils Selfström (re)descubriese el vanadio en una muestra de magnetita, por lo que durante muchos años fue considerado su primer y único descubridor. Algo de lo que Del Río culpó a Humboldt, al que nunca llegó a perdonar. Finalmente, Del Río sería reconocido como (co)descubridor del elemento.



La historia del **descubrimiento del wolframio por los hermanos Elhuyar** arranca cuando, gracias a su formación científica, Juan José fue designado por el gobierno español como espía científico con la misión de descubrir y copiar las novedosas técnicas y procedimientos metalúrgicos utilizados por otras naciones. Ello le permitió viajar por toda Europa, al principio acompañado por su hermano, gracias a una beca que la Sociedad Bascongada otorgó a Fausto para estudiar en el extranjero y, después, cuando éste retornó a España para ocupar la primera Cátedra española de Mineralogía y Metalurgia, ya en solitario. Fue entonces cuando visitó Suecia y más en concreto la Universidad de Uppsala, para "estudiar" con los químicos Bergman y Scheele, que en aquel momento se afanaban por intentar identificar un nuevo elemento a partir del mineral scheelita. De vuelta a España, Juan José se alió con su hermano para adelantarse a los nórdicos y ser los primeros en aislar y estudiar el nuevo elemento a partir de una muestra del mineral wolframita, en una carrera contrarreloj en la que finalmente se impusieron y que los encumbró –no sin cierta polémica– como descubridores del wolframio ("lo llamaremos wolfram, tomando el nombre del material del que ha sido extraído").

#### Procedimiento químico seguido por los Elhuyar para aislar el wolframio:

Wolframita molida + carbonato potásico  $\rightarrow$  wolframato potásico + óxido ferroso + óxido de manganeso + dióxido de carbono

Wolframato potásico + ácido nítrico  $\rightarrow$  ácido wolfrámico + nitrato potásico

Ácido wolfrámico + calor  $\rightarrow$  óxido wolfrámico + agua

Óxido wolfrámico + carbono pulverizado  $\rightarrow$  wolframio puro + monóxido de carbono

#### Actividad:

*Teniendo en cuenta que la fórmula química de la wolframita es  $(Fe,Mn)WO_4$ ; reescribe las reacciones del procedimiento de los Elhuyar sustituyendo los nombres de los compuestos implicados (reactivos y productos) por su fórmula química:*

Es también Fausto Elhuyar el hilo conector de los cuatro "elementos" ya que desarrolló un novedoso proceso para obtener platino puro y maleable, que ofrecía mucho mejores resultados. Y, tras ser designado Director General de Minas en Nueva España, fundó en México la primera Escuela de Minería del continente reclutando a Andrés Manuel del Río como docente para la misma.

## Menudos "elementos":

### Andrés Manuel del Río (1764-1849): descubridor del vanadio

- Gracias a su brillante expediente académico fue, primero, recomendado por un ministro del gobierno para incorporarse como pensionado a la Real Academia de Minas; y posteriormente seleccionado para ampliar sus estudios por Europa.
- En la Escuela de Minas de Freiberg fue compañero de estudios de Humboldt.
- Tuvo que huir a la carrera de París, donde estudiaba en el laboratorio de Lavoisier, cuando estalló el Reino del terror que acabó con el francés en la guillotina.
- Y en 1795 su "Elementos de Orictognosia" fue el primer libro de texto de mineralogía publicado en América.

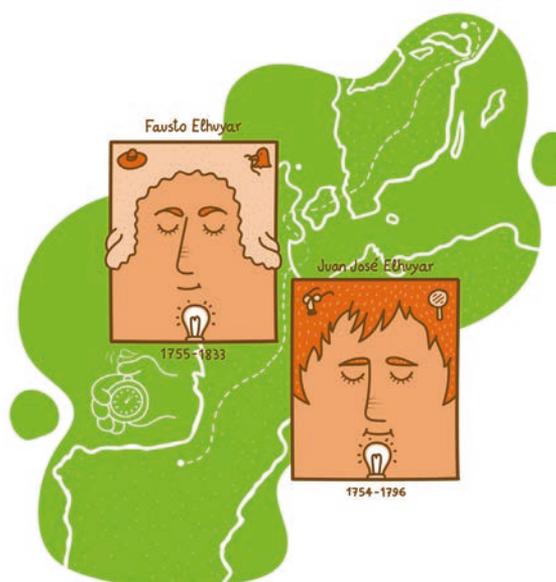
- Creyó descubrir minerales ya descritos por científicos europeos debido a la demora de las comunicaciones entre continentes, que podía ser de años.
- Apoyó la independencia mexicana y la defendió ante las Cortes españolas
- En 1828 cuando se decretó la expulsión de los españoles de México y aunque él estaba exento, decidió exiliarse a EEUU durante 4 años. Y durante su estancia en Filadelfia fue elegido presidente de la Sociedad Geológica.

## Antonio de Ulloa (1716-1795): ¿descubridor del platino?

- Hijo de una familia de la aristocracia andaluza, con 14 años y tras ser rechazado para ingresar en la Real Compañía de Guardamarinas se embarcó como voluntario en un galeón con destino a América en una travesía de dos años.
- Y en 1762 fue designado primer gobernador español de Luisiana, un desempeño que acabó como el rosario de la aurora, con una rebelión civil y su precipitada huida a La Habana.
- Fue sometido a un consejo de guerra debido a su "calamitosa" actuación al frente de una flota durante la guerra contra Inglaterra.
- En España se afanó por promover e impulsar la investigación científica y por renovar y modernizar la misma a través de la creación de nuevas instituciones. Así, fue el principal impulsor del Museo de Ciencias Naturales, el Jardín Botánico y el Observatorio Astronómico de Cádiz. Y también fundador del primer laboratorio metalúrgico de España.
- Además, acometió investigaciones en campos tan diversos como la electricidad y el magnetismo, la fauna, la circulación sanguínea o el diseño de canales para riego y navegación.

## Juan José de Elhuyar (1754-1796): descubridor del wolframio con su hermano Fausto

- Fue designado por el gobierno de España como espía científico para descubrir y copiar las técnicas utilizadas por los escoceses en Carron para la fabricación de sus incomparables cañones.
- Eso le permitió viajar y estudiar por toda Europa: Alemania, Francia, Hungría, Austria, Dinamarca, Noruega... irónicamente el único sitio que no visitó fue Gran Bretaña.
- En 1785 fue destinado a América como Director de Minas del virreinato de Nueva Granada; donde se ganó el apodo de "El sabio".
- Se casó con una colombiana y uno de sus hijos, Luciano, es uno de los héroes nacionales de la independencia colombiana.



## Fausto de Elhuyar (1755-1833): descubridor del wolframio con su hermano Juan José

- Gracias a una beca de la Sociedad Bascongada para estudiar en el extranjero pudo acompañar a su hermano durante su misión de espionaje por Europa.
- En 1781 tuvo que separarse de Juan José reclamado por sus benefactores para hacerse cargo de la primera Cátedra española de Mineralogía y Metalurgia, en la Academia de Vergara, en cuyos laboratorios los Elhuyar iban a aislar el wolframio.
- Tras descubrir el wolframio volvió a viajar por Europa y se estableció una temporada en Viena, donde, según las malas lenguas, además de estudiar, disfrutó de la bulliciosa vida social de la ciudad... y donde conoció a su esposa.

### *Reto: Sopa de elementos "a la española"*

*Encuentra los tres elementos aislados por los "elementos" españoles en esta sopa de letras... y ya de paso los otros nueve elementos químicos que los acompañan.*





## Los otros “elementos” de la Tabla Periódica

# Los “elementos” de los elementos radiactivos: La serie de los Curie

Explicado de una forma muy sencilla y sin entrar en mayor detalle –eso queda para los profes–: un elemento radiactivo es un elemento con un núcleo inestable; lo que quiere decir que los protones y neutrones que conviven en él no se encuentran cómodos tan apretujados. Por esa razón, estos elementos tienden a desprenderse de algunos de esos nucleones para convertirse en un elemento estable: es lo que se conoce como emisión radiactiva. Esta emisión puede ser de tres tipos:

- **Alfa:** emisión de un núcleo de helio
- **Beta:** emisión de electrones o positrones
- **Gamma:** emisión de energía en forma de radiación electromagnética

En la mayoría de los casos, el elemento radiactivo no alcanza su meta al primer intento, sino en una serie de etapas sucesivas: emite radiación y se convierte en otro, aún radiactivo, que vuelve a emitir radiación transmutándose en otro, y así sucesivamente hasta convertirse en un elemento (con un núcleo) estable. Esta secuencia de pasos es lo que se conoce como serie radiactiva.

Se conocen cuatro series radiactivas integradas por elementos de la Tabla Periódica... y también una serie radiactiva protagonizada por “elementos”: la de los Curie. Estos son los “elementos” que la integran y sus características más destacadas:

### Menudos “elementos”:

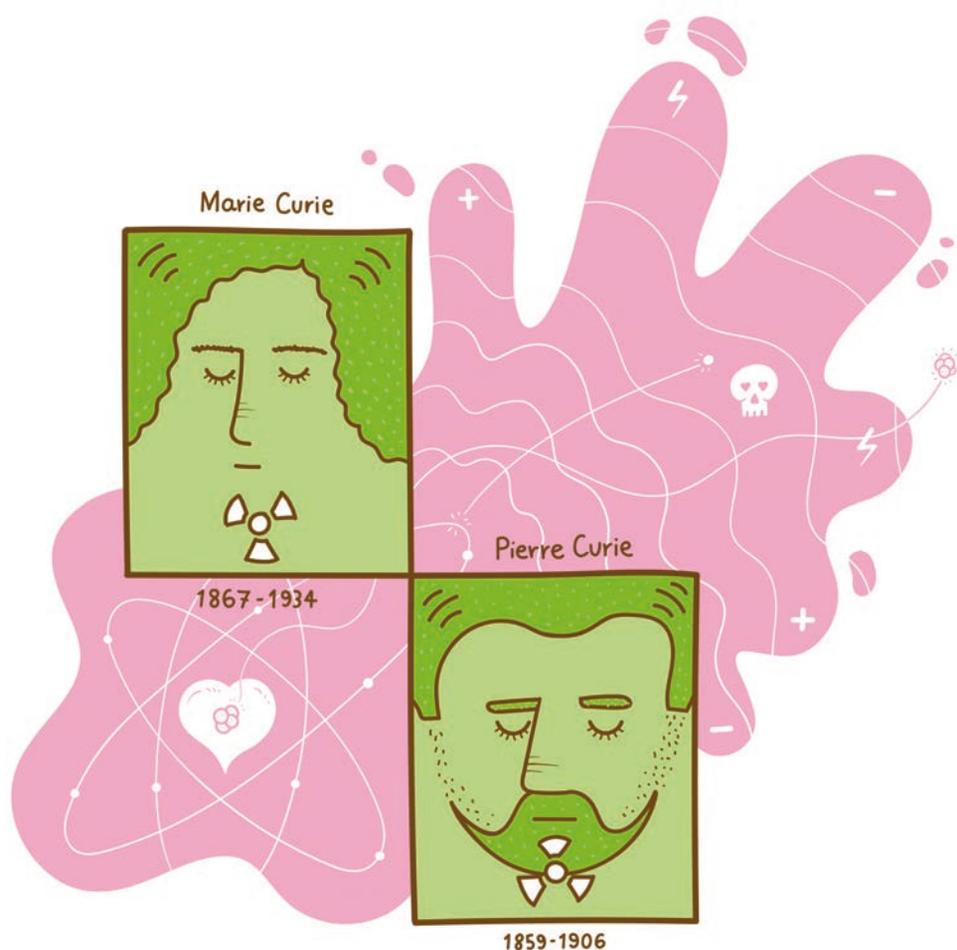
### Los Curie: descubridores del radio y el polonio

#### Marie Skłodowska-Curie:

- Con apenas 18 años se empleó como institutriz para poder pagar así los estudios de medicina de su hermana en París; renunciando con ello, temporalmente, a continuar los suyos propios.
- Cuando por fin pudo retomarlos, tras recibir una beca que restituyó íntegra, marchó a París con lo justo, viviendo en una buhardilla para estudiantes y alimentándose básicamente de pan con mantequilla y té.
- Uno de sus primos fue asistente de laboratorio de Mendeleev.
- Fue el primer científico en ganar el Nobel en dos ocasiones; la primera mujer en ganarlo; y la única a la que se lo han concedido en dos categorías distintas.
- Durante la Primera Guerra Mundial se empeñó en enviar al frente un servicio de ambulancias con aparatos de rayos X portátiles para ayudar a los médicos militares. Reunió los fondos necesarios, organizó e impartió cursos para los sanitarios del ejército e incluso se sacó el carné para poder conducir las ella misma sin depender de un chófer.
- En 1995 sus cenizas fueron consagradas en el Panteón de París siendo la primera mujer que merecía tal honor atendiendo a sus logros.

## Pierre Curie:

- No asistió a la escuela, sino que fue instruido en casa, junto a su hermano mayor Jacques, por su madre, su padre y un profesor particular de matemáticas. Y de ahí ya saltó directamente a la facultad de Ciencias de la Sorbona, donde se licenció con honores y desarrolló toda su carrera profesional.
- Con sólo 18 años descubrió junto con su hermano el fenómeno de la piezoelectricidad. Luego, ya en solitario estudió el magnetismo descubriendo la existencia del "Punto de Curie" y enunciando la "ley de Curie"... que no debe confundirse con la "ley de Curie" de la cristalografía, que también enunció. Y todo ello antes de que su esposa, Marie, lo "arrastrase" a investigar en el reciente campo de la radiactividad y las sustancias radiactivas.
- En 1903 rechazó la Legión de Honor, Marie haría lo propio en 1910.
- De mutuo acuerdo con Marie ambos renunciaron a cualquier derecho o patente sobre sus investigaciones y descubrimientos a fin de facilitar y favorecer la investigación en beneficio del progreso de la humanidad.
- Murió atropellado, al cruzar una calle, por uno de los primeros camiones que circulaba por París.



## Marguerite Perey: descubridora del francio

- Pese a la oposición de su madre y a la precaria situación económica de su familia, consiguió sacarse el título de técnico de laboratorio químico en la Escuela de Enseñanza Técnica femenina.
- Con 19 años se presentó a una entrevista de trabajo en el Instituto del radio para un contrato trimestral en prácticas. Fue entrevistada por las mismísima Madame Curie quien no sólo la contrató sino que la designó su asistente personal y se convirtió en su mentora.
- En 1939 descubrió el nuevo elemento de masa atómica 82 para el que propuso el nombre de francio. Debido a su precaria formación académica, fue el químico y premio Nobel Jean Perrin el encargado de anunciar el descubrimiento ante la Academia de las Ciencias Francesas... Academia que en 1962 la escogió como miembro: la primera mujer que lo lograba desde su fundación en 1666.
- Aprovechó el "parón investigador" al que obligó la Segunda Guerra Mundial para sacarse el título de bachillerato, la licenciatura y finalmente el doctorado por la Universidad de la Sorbona. Poco después ocupaba la recién creada cátedra de Química nuclear en la Universidad de Estrasburgo.
- A partir de la década de los 1950 comenzó a sentirse enferma debido a la permanente exposición a la radiación. A pesar de sus esfuerzos, no consiguió que se le reconociese como una dolencia profesional y en consecuencia que le diesen la baja por enfermedad.

## André Louis Debierne: descubridor del actinio

- Era estudiante de Charles Friedel, quien a su vez era íntimo de los Curie. Fue así que empezó a colaborar con ellos. Y descubrió el actinio al examinar una muestra de pitchblenda por indicación del matrimonio.
- Marie Curie quedó tan encantada con su trabajo que tras la muerte de su marido lo nombró su asistente personal. Y cuando ella misma falleció, la sucedió como director de su Instituto.
- Su rivalidad con Irene, hija de los Curie, era tan enconada que se declaraban odio y aunque compartían laboratorio se ignoraban por completo. Hasta el extremo de que pese a que ambos participaron del descubrimiento del francio junto a Marguerite Perey prefirieron no firmar el artículo en el que se presentaba antes que aparecer juntos.
- Al final de su carrera se dedicó a estudiar los efectos de las explosiones nucleares en los fenómenos meteorológicos.



## Reto: Radiactivograma

La radiactividad (natural) es un fenómeno nuclear -descubierto por el físico francés Becquerel en 1896- que se produce de forma espontánea y por el cual los átomos inestables se descomponen en otros más estables emitiendo radiación ionizante, esto es, "fragmentos" de su núcleo. Lo que supone que un átomo de un elemento se transmuta o transforma en un átomo de otro elemento. Esta radiación puede ser de tres tipos: alfa, beta y radiación gamma.

Teniendo en cuenta que alfa y beta son las dos primeras letras del alfabeto griego y que corresponden a nuestras actuales letras A y B. (Gamma es la tercera letra del alfabeto griego pero sonaba como una G y, de hecho, de ella derivan tanto la C como la G actuales) el radiactivograma es una variante de crucigrama donde unas palabras se transforman en otras por emisión de partículas alfa y beta. O en este caso una letra A o B. Por ejemplo: BACO  $\xrightarrow{\beta}$  OCA



## Los otros "elementos" de la Tabla Periódica

# Los elementos transuránicos en su "elemento"

Los elementos transuránicos son aquellos elementos químicos de número atómico mayor que el uranio ( $N > 92$ ). Todos ellos son radiactivos e inestables y la mayoría presentan una vida media muy corta. Solo dos de ellos existen de forma natural y en cantidades ínfimas: el neptunio y el plutonio. El resto han sido obtenidos en el laboratorio mediante reacciones nucleares que se llevan a cabo en los aceleradores de partículas y que implican el bombardeo de núcleos de átomos pesados con neutrones.

### Actividad: ¿Cuántos elementos transuránicos conoces?

Estos son los símbolos de los elementos transuránicos descubiertos hasta ahora. ¿A cuáles de ellos eres capaz de ponerles nombre?

92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

(uranio)-neptunio-plutonio-americio-curio-berkelio-californio-einsteinio-fermio-mendelevio-nobelio-lawrencio-rutherfordio-dubnio-seaborgio-bohrio-hasio-methenio-darmstadtio-roentgenio-copernicio-nihonio-lerovio-moscovio-llivermorio-teneso-oganesón

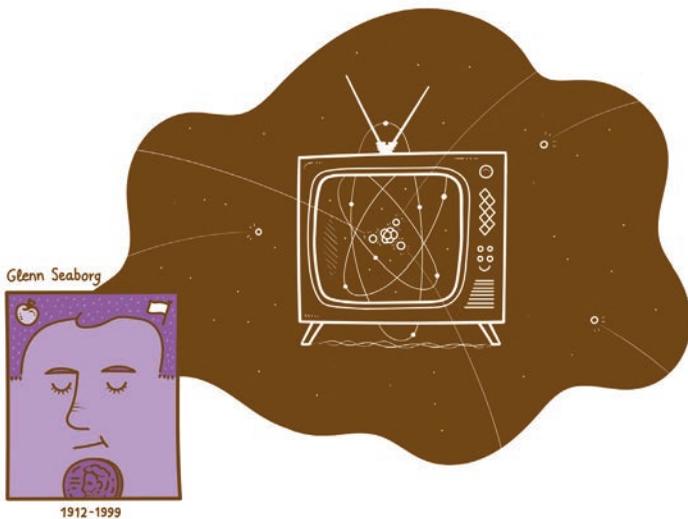
**Solución:**

Entre nuestros "elementos", el transuránico más importante es el investigador estadounidense Glenn Seaborg, quien junto a sus colaboradores del Laboratorio de Berkeley descubrió hasta siete de estos elementos. De hecho, se convirtió en la primera persona en tener la patente de un elemento químico al registrar los procesos de síntesis de los transuránicos obtenidos en su laboratorio. Y asimismo en la primera persona en disfrutar en vida del privilegio de ver cómo le ponían su nombre a un elemento químico: el seaborgio.

## Menudo "elemento":

### Glenn Seaborg (1912-1999): codescubridor del plutonio, curio, americio, berkelio, californio, mendelevio y einstenio

- Fue asesor de diez presidentes, de Roosevelt a George Bush; y fue el primer científico en presidir la Comisión de Energía Atómica tras ser designado por John F. Kennedy..
- Hijo de emigrantes suecos, dominaba el idioma y cuando recibió el Nobel inició su discurso en sueco.
- Mientras estudiaba en la Universidad de California y para pagarse los estudios trabajó como analista químico de turno de noche en Firestone, como estibador, recolector de melocotones y linotipista en el "Herald".
- Aisló el iodo-131, un isótopo radiactivo empleado en el tratamiento de la tiroides que años después salvaría la vida de su madre.



- Falleció a los 86 años en un congreso químico tras sufrir un infarto masivo mientras se ejercitaba en una máquina de escaleras.
- Durante seis años no pudo publicar su descubrimiento del plutonio por razones de "seguridad nacional".
- Más allá de sus descubrimientos, su investigación sobre los transuránicos le llevó a proponer la denominada "hipótesis actínida", que supuso la introducción en la Tabla Periódica de la serie de los actínidos, que -junto a la introducción de la serie lantánida en la década de los 1920s- constituye la modificación más importante en la misma desde que fuese planteada por Mendeleev.

## Reto: Quiz show

De las muchas anécdotas y "hazañas" que trufan su trayectoria profesional, una de las más sonadas es la ocurrencia de anunciar, en 1945, el descubrimiento de dos nuevos elementos transuránicos, el curio y el americio, durante la emisión en directo del popular concurso radiofónico escolar "Quiz Show Kids". Una "genialidad" que inspira el interactivo homólogo presente en la exposición y dedicado a los "elementos" de la Tabla Periódica; y asimismo esta versión en papel del mismo:

**¿Cuánto sabes sobre los elementos –los químicos y los humanos- de la Tabla Periódica? Enfrentate al reto de responder a estas 10 preguntas cada una de las cuales ofrece tres posibles respuestas**

### 1.- El bronce es una aleación de...:

- cobre y estaño
- cobre y latón
- oro y estaño

### 2.- Este "elemento" enunció la ley según la cual la presión de un volumen fijo de gas es proporcional a la temperatura:

- Joseph-Louis Gay-Lussac
- Antoine Lavoisier
- Joseph Priestley

### 3.-Es el metal más abundante en la corteza terrestre:

- hierro
- níquel
- aluminio

### 4.-Apoyó a su íntimo amigo Hans Christian Andersen para que consiguiese publicar sus cuentos infantiles:

- Jöns Jacob Berzelius
- Hans Christian Oersted
- Daniel Rutherford

### 5.-Es el elemento más denso de la naturaleza:

- plomo
- mercurio
- osmio

### 6.-Este "elemento" fue la media naranja, tanto personal como profesional de Ida Tacke:

- Pierre Curie
- Hieronimus Richter
- Walter Noddack

### 7.-Este elemento es el responsable del color verde de los fuegos artificiales (verdes):

- bario
- estroncio
- sodio

### 8.-Descubrió el tecnecio en su laboratorio de la Universidad de Palermo:

- Emilio Segrè
- Enrico Fermi
- Albert Ghiorso

### 9.-Este elemento es fundamental para el transporte del oxígeno por la sangre en los crustáceos y cefalópodos:

- hierro
- cobre
- fósforo

### 10.- Fue el encargado de enseñar las instalaciones de la Escuela Politécnica Federal de Zurich a Einstein cuando éste empezó a trabajar como profesor en ella:

- Joseph Black
- George de Hevesy
- Sir Humphry Davy

# Soluciones a los retos

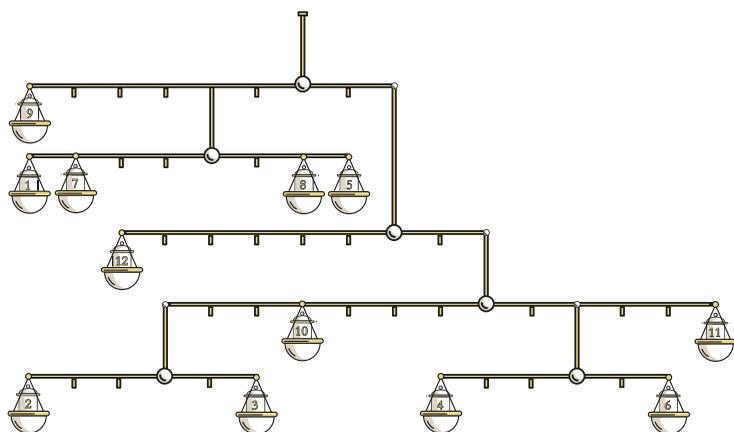
## Solución Reto (pág. 4) ¿Te hace una partida de cartas?:

Iodo; silicio; plomo; kriptón; plata; fósforo; mercurio; litio; zirconio; wolframio; polonio; potasio

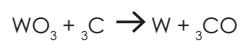
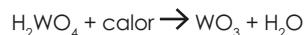
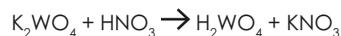
## Solución Reto (pág. 9) Las sospechas del asistente de laboratorio de Bunsen y Kirchhoff:

el ayudante estaba en lo cierto, se trata del espectro de emisión de un elemento no incluido en el catálogo: el escandio

## Solución (pág. 13) Para fanáticos de las balanzas:



## Solución (pág. 15) Procedimiento químico seguido por los Elhuyar para aislar el wolframio:



## Solución Reto (pág. 17) Sopa de elementos “a la española”:



Los españoles (tal como los bautizaron sus descubridores): eritronio, platina, volfram  
Los otros: escandio, germanio, iterbio, lutecio, polonio, potasio, radón, rubidio, zirconio

## Solución Reto (pág. 21) Radiactivigrama:

ESLABONES – LEONESAS – ENLOSES  
BARITONO – NOTARIO – TRONÍO  
ABADEJO – DEBAJO – JADEO – DEJO  
PROBETA – ÁPTERO – TORPE  
ABANDERADO – ORDENADA- REDONDA  
BANDOLERA – REDOBLAR – DOLERÁN  
SABIONDA – ADONIS – NIDOS  
BESTIAS – SIESTA – TESIS

## Solución Reto (pág. 23) Quiz show:

1 a, 2 a, 3 c, 4 b, 5 c, 6 c, 7 a, 8 a, 9 b, 10 b.

