

# o nome e o símbolo dos ELEMENTOS QUÍMICOS

m. r. bermejo • a. m. gonzález-noya • m. vázquez



XUNTA DE GALICIA



O nome e o símbolo dos elementos químicos



**termigal**  
SERVIZO DE  
TERMINOLOXÍA  
GALEGA



# O nome e o símbolo dos ELEMENTOS QUÍMICOS

m. r. bermejo • a. m. gonzález-noya • m. vázquez

Revisión lingüística e terminolóxica:  
pilar alvariño alvariño e manuel gonzález gonzález

2006

**Edita:**

XUNTA DE GALICIA  
SECRETARÍA XERAL DE POLÍTICA LINGÜÍSTICA  
CENTRO RAMÓN PIÑEIRO PARA A INVESTIGACIÓN EN HUMANIDADES

**Coordinador Científico:**

MANUEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ

**Director Técnico de Lingüística**

GUILLERMO ROJO SÁNCHEZ

**Director de Termigal**

MANUEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ

© m. r. bermejo • a. m. gonzález-noya • m. vázquez

© Termigal. Xunta de Galicia. Real Academia Galega

**Imprime:**

**Rella, sl.** Santiago de Compostela

**ISBN 10:** 84-453-4325-4

**ISBN 13:** 978-84-453-4325-8

**Depósito Legal:** C 2921-06

# Índice

Prólogo .....	9
Introdución .....	11
Capítulo 1. Antecedentes históricos modernos da notación química .....	21
Capítulo 2. As orixes dos nomes dos elementos químicos .....	31
Capítulo 3. Os nomes e os símbolos actuais.....	45
Bibliografía.....	95
Índice de autores .....	97





## Prólogo

Ás veces acúsasenos aos profesores de ciencias, e con razón, de que somos demasiado densos, espesos na explicación que damos da nosa materia. Igualmente se nos acusa de facer un desenvolvemento demasiado lineal dos nosos coñecementos, de transparentar a idea de que todos os descubrimentos científicos se producen nun momento dado da historia da Humanidade.

Coidamos que todo isto acontece porque non utilizamos a historia da nosa disciplina como unha ferramenta didáctica para facerlles ver aos nosos alumnos que a nosa ciencia é unha ciencia viva, feita por mulleres e homes que padeceron e padecen como tales, pero que fixeron, e continúan a facer, día a día as achegas que a integran.

Como calquera disciplina científica, a química ten a súa propia nomenclatura, as súas propias regras para denominar os elementos do chamado sistema periódico e os compostos que poden formar. Conseguir controlar as normas, adquirir mestría no uso da nomenclatura é garantía de éxito para os estudantes de química.

Inicialmente, os estudantes pódense sentir horrorizados pola escura e aparentemente complicada forma de denominar os complexos compostos orgánicos e inorgánicos, mais axiña descubren os trucos que están detrás desas normas e aprenden, coa habilidade dun experto, as polisilábicas palabras que identifican os compostos.

Sendo certo o anterior é tamén correcto que os estudantes de química usan os nomes dos elementos químicos, aprendidos de memoria as máis das veces, para denominar os compostos, pero descoñecen por que os elementos teñen eses nomes ou como se lles deron. É habitual que os estudantes relacionen o nome do hidróxeno co prefixo *hydro* (auga), pero a inmensa maioría descoñecen cal é a razón de que os elementos con  $Z=17, 23, 78$  e  $84$  se chamen *cloro*, *vanadio*, *platino* ou *polonio*, respectivamente.

O estudo do nome dos elementos pódese utilizar coma unha importante ferramenta para o recoñecemento de certas propiedades, físicas ou químicas, de cada elemento particular. Asemade, o coñecemento da orixe do nome servirá, como excelente regra pneumotécnica, para lembrar propiedades, usos, procedencia ou símbolos dos correspondentes elementos.

Pretendemos no presente libro desvelar o aparente misterio da orixe do nome dos elementos químicos que integran o sistema periódico. Dun modo sinxelo e ameno intentaremos facer unha aproximación etimolóxica á orixe do nome dos elementos químicos.

Dividiremos o libro en tres capítulos e unha pequena introdución. Nela faremos unha aproximación histórica, dende a orixe dos tempos, á aparición dos chamados elementos metálicos clásicos, os elementos alquímicos e iatroquímicos e todos os elementos considerados como precientíficos. No capítulo sobre antecedentes históricos modernos da notación química presentaremos algúns feitos históricos que permitiron agromar as normas de nomenclatura química (recollidas por Comte Claude Louis **Berthollet** (1748-1822), Louis Bernard **Guyton**

**de Morveau** (1737-1816), Antoine François de **Fourcroy** (1755-1809) e Antoine **Lavoisier** (1743-1794), así como as normas sobre símbolos e formulacións químicas de Jöns **Berzelius** (1779-1848). No capítulo sobre as orixes dos nomes dos elementos químicos preséntanse unha serie de táboas que nos permitirán agrupar os elementos químicos polos seus nomes en función dalgunha propiedade ou feito diferencial propio. No último capítulo analizarase o porqué do nome e do símbolo de todos e cada un dos elementos e grupos de elementos descubertos ata hoxe e integrantes do sistema periódico.

Debemos sinalar que algún lector poderá sentirse escandalizado pola desacralización que facemos do sistema periódico, pero queremos contar a historia dos elementos químicos como foi. Na ciencia, a verdade é a única regra válida para chegar ao coñecemento. As grandezas e as feblezas de todos cantos construímos ciencia día a día son as que determinan a razón de ser da nosa historia, e cremos que non pode, non debe escandalizar a ninguén.

Confiamos en que colocando os estudantes de química neste contexto histórico e lingüístico, comprenderán mellor as normas de nomenclatura e poderemos axudarlles a incrementar o seu interese por esta disciplina que é a nosa.

## Introdución

Os elementos químicos que hoxe coñecemos son unha parte da historia da ciencia elaborada por mulleres e homes ao longo da historia da humanidade. Son parte dunha historia inacabada da que descoñecemos a orixe, pero temos a certeza de que non rematou.

Sabemos que o elemento máis antigo coñecido e utilizado polo ser humano é o *ouro*. Descoñecemos cando se descubriu, pero si sabemos que hai 7.000 ou 8.000 anos que xa se apreciaba e utilizaba. Recentemente foi preparado o elemento 115, chamado *Uup* (*ununpentio*) (ver *Phys. Rev. C* 69, 021601, 2004; publicado *online* en <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevC.69.021601>). Este elemento foi inequivocamente aceptado no ano 2004 e obtido por procedementos artificiais. Sabemos que obteremos novos elementos axiña, mais descoñecemos cando e cantos máis.

A medida que os elementos químicos se foron descubrindo houbo que darlles un nome. Hoxe todos os alumnos e alumnas de química coñecen o nome e identifican polo seu símbolo os elementos químicos que integran o chamado Sistema Periódico. Mais o que hoxe é normal para cantos practicamos a química, non o foi tanto ao longo da historia.

Na historia da nomenclatura química hai un antes e un despois. Esta inflexión vén representada por xenios como Torbern **Bergmann** (1735-1784), **Guyton de Morveau**, **Lavoisier** e **Berzelius**, que sentaron as bases do que sería o *Método de nomenclatura química* e as normas sobre símbolos dos elementos químicos e dos compostos. Esta inflexión prodúcese no remate do século XVIII cando o caos reinante na nomenclatura forzou a súa racionalización. Mais antes da existencia das normas de nomenclatura eran ben coñecidos moitos elementos.

### Os metais clásicos

Os chamados sete metais clásicos son coñecidos polo ser humano dende a máis remota antigüidade e van xunguidos, algúns deles, a recoñecidas épocas da prehistoria humana.

O *ouro* e a *prata* foron xa recoñecidos e utilizados polo home dende hai máis de 6.000 anos. Con posterioridade, cando o home descobre os segredos da metalurxia, vai sendo quen de obter novos metais: o *cobre*, o *ferro*, o *chumbo*, o *estaño*... Inventa a tecnoloxía e posteriormente descobre a importancia das aliaxes: o bronce.

Deste xeito os metais van aparecendo na vida do ser humano, e este aprende como utilizalos na elaboración dos máis importantes obxectos para conseguir mellorar o seu benestar. Algunhas épocas da historia -Idade de Ferro, Idade de Bronce- están aí como fitos históricos e como lembranza permanente da aparición deses metais e aliaxes na vida do ser humano.

Tamén forma parte dese grupo de metais o *mercurio*, o único dos metais que a temperatura e presión ambientais é líquido. A súa aparición na historia non é ben coñecida, pero as civilizacións das augas sabían da súa existencia e utilizábano. É ben sabido que, hai máis de 3.000 anos, os alquimistas indios utilizaban o *mercurio* na preparación de elixires (palabra derivada do árabe *al-iksir*). Estes elixires contiñan ademais *xofre* e *arsénico* (elementos aínda descoñecidos como tales), que se utilizaban coa intención de acadar o segredo da inmortalidade.

Cómpre sinalar que algúns elementos, como *bismuto* ou *antimonio*, aparecen en obxectos prehistóricos (vaixelas, cascos de guerra, etc.), aínda que estes metais eran totalmente descoñecidos e tardaron moitos séculos en descubrirse.

É tamén interesante coñecer a orixe da palabra utilizada para definir a ciencia que nos ocupa nestas páxinas. A palabra **alquimia** e a súa forma moderna **química** pensouse que derivaban do árabe *al-kimīya*. Sobre a orixe de *kimīya* existen diversas opinións. Algúns expertos aseguran que procede de *kmī*, ou *chem*, nome que lle daban os antigos exipcios ao seu país e que quere dicir “terra negra”, facendo referencia ao negro po de aluvi3n que bordea o Nilo. Outros pensan que pode derivar do termo *kim*, que nun dialecto chin3s identificaba o ouro. Polo tanto, e aceptando esta definici3n, alquimia significaría “a arte exipcia”. Pero nos textos antigos nin *kmī* nin *chem* se asocian en ning3n momento coa arte alquímica. Por isto 3 máis probable que sexa certa outra hip3tese que defende que *kimīya* procede do grego *chyma*, que significa “fundir ou derreter un metal”.

Os sete metais cl3sicos foron relacionados dende a antig3idade cos corpos celestes. De feito, cada un deles, e mesmo o seu s3mbolo, representaba un astro coñecido. Na t3boa 1 establecemos as semellanzas existentes entre a simbolox3a da nomenclatura alquímica para estes metais, os nomes dos corpos celestes e os d3as da semana en diferentes linguas.

**T3boa 1.** Nomes e s3mbolos dos metais cl3sicos: comparaci3ns cos nomes dos corpos celestes e cos d3as da semana en diversos idiomas.

Metal	Ouro (Au)	Prata (Ag)	Ferro (Fe)	Mercurio (Hg)	Esta3o (Sn)	Cobre (Cu)	Chumbo (Pb)
S3mbolo	♃	♄	♂	♁	♄	♀	♄
Corpo celeste	Sol	L3a	Marte	Mercurio	X3piter	Venus	Saturno
Lat3n	Solis	Lunae	Martis	Mercurii	Jovis	Veneris	Saturni
Galego	Domingo	Luns	Martes	M3rcores	Xoves	Venres	S3bado
Franc3s	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Castel3n	Domingo	Lunes	Martes	Mi3rcoles	Jueves	Viernes	S3bado
Italiano	Domenica	Luned3	Marted3	Mercoled3	Gioved3	Vernerd3	Sabato
Ingl3s	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday

N3tese que estamos a falar de metais e non os denominamos elementos. A raz3n 3 cronol3xica. A3nda que, por exemplo, o *carb3n* era ben coñecido polo ser humano dende a 3poca das cavernas, o concepto de “elemento” nace na filosof3a grega. Este concepto ser3 recollido polos escol3sticos e propagado, ata ben entrado o s3culo XVIII (como “elementos-principio”) na chamada “teor3a do floxisto”.

## Os elementos na Teor3a do floxisto

A teor3a do floxisto ou “sublime teor3a”, como lle chamaban os seus defensores, 3 unha mostra clara de como unha teor3a filos3fica infl3e na historia da ciencia. Xogou un papel determinante no nacemento da nova qu3mica e na s3a independencia da alquimia mais, ao mesmo tempo e polo seu compoñente de teor3a filos3fica, retardou en máis de cincuenta anos a aparici3n do substrato te3rico da nova ciencia.

Esta teor3a naceu en Alema3a, aproximadamente en 1718, da man do qu3mico Georg Ernst **Sthal** (1660-1734). A3nda que o tempo demostraría a falsidade dos seus fundamentos, adiantemos como m3rito que foi quen de relacionar, por primeira vez, os fen3menos da calcinaci3n dos metais e da combust3n da materia org3nica.

Comecemos por sinalar que as achegas de **Sthal** ao mundo da química foron moitas e moi valiosas. Os historiadores da ciencia din que a química de **Sthal** representa un importante sistema (o primeiro sistema químico adoptado en Europa), capaz de interpretar un gran número de fenómenos: a formación de cales (así lles chamaba aos óxidos metálicos) como resultado da combinación da terra e da auga por afinidade; o floxisto, causa da inflamabilidade, que relaciona a combustión e a calcinación; a existencia de partículas indivisibles, etc. O mesmo **Lavoisier** valorou moi positivamente as achegas de **Sthal**, ata o punto de que cando comeza a entender o fenómeno da combustión, no ano 1772, manifestou: “[...] *Este descubrimento parécese un dos máis interesantes dende os que achegara Sthal*”. Ernst **Sthal**, profesor de medicina na Universidade de Halle (Alemaña), escribiu moitos traballos, entre os que destacan: *Zymotechnia fundamentalis seu fermentationis theoria generalis* (1697), *Pensamentos fortuítos e reflexións útiles sobre a polémica do pretendido sulfuro* (1717), tamén chamado *Traité de soufre*, e *Zurfallige Gedanken* (Pensamentos simples) (1718). Estes tres libros sintetizaban as súas ideas sobre o floxisto.



**Figura 1.** O alquimista e o seu axudante.

Cales eran as liñas mestras da *sublime teoría*, como lle chamaban os seguidores de **Sthal** á teoría do floxisto? Floxisto é un termo grego que significa “facer arder” e daba conta do principio de inflamabilidade das substancias. O floxisto é invisible, está oculto e resulta imposible illalo, porque habitualmente está en estado de combinación. O floxisto é o principio do “lume”, responsable das combustións que, ao desprenderse, explicaría os fenómenos caloríficos e lumínicos producidos durante as mesmas. O floxisto atópase en todas as substancias combustibles e transformables pola calor.

Segundo **Sthal**, os hoxe chamados combustibles son substancias ricas en floxisto que, cando arden, se libera no “aire”. A materia que quedaba logo de arderen os combustibles non tiña floxisto, e non podía continuar ardendo: a madeira ten floxisto, as cinsas non.

Aínda que **Sthal** utiliza o floxisto como principio inflamable que se pode pasar dun corpo a outro, segue a utilizar e a propagar a idea dos “elementos” clásicos.

No século XVIII aínda seguía a ser norma xeral a aceptación de que a materia do Universo se transmataba e estaba integrada por catro “elementos”, idea procedente dos antigos filósofos gregos: **Tales de Mileto** (625-545 a. C.) considerou que a “auga” era o “elemento” fundamental. **Anaxímenes** (550-475 a. C.) opinou que era o “aire”. Para **Heráclito** (540-475 a. C.) era o “lume”, namentres que **Empédocles** de Elea (490-430 a. C.) dicía que era a “terra”.

Mais, por que un só “elemento”? E se foran catro? **Aristóteles** (384-322 a. C.), o máis influente filósofo grego, aceptou a doutrina dos catro “elementos”: “terra”, “auga”, “aire” e “lume”. Despois enga-

diría un quinto: o “éter”. Este pensamento aínda inflúe hoxe na nosa linguaxe: falamos de loitar contra os “elementos” para indicar que o vento (“aire”) e a choiva (“auga”) se manifestan con gran violencia.

Durante os períodos clásico, medieval e renacentista, as ideas de **Aristóteles** seguiron gobernando o razoamento precientífico. Foi Robert **Boyle** (1627-1691) o primeiro que se rebelou contra as antigas conclusións que se deducían das aplicacións dos primeiros principios. Os traballos de **Boyle** non só marcan o inicio do fin da alquimia, senón que poñen os alicerces para botar por terra as ideas aristotélicas. No ano 1661, publicou o libro *O químico escéptico*, no que desbota os termos da alquimia para comezar a falar de química e de químicos. Co seu carácter escéptico dubida da natureza dos “elementos” clásicos e prefire definir os elementos dun



**Figura 2.** Monsieur Lavoisier e a súa esposa (1788). Jacques-Louis David (1748-1825).

xeito práctico. Para **Boyle**, calquera suposto elemento debería ser examinado ata comprobar se realmente é simple ou non. Se unha substancia podía descompoñerse noutras máis simples, non se trataba dun elemento, en caso contrario podía considerarse como un elemento mentres os químicos non aprenderan a descompoñelo en substancias máis simples. Deste xeito, considerouse durante moito tempo o cuarzo como elemento. **Boyle** tamén indicou que dúas substancias que fosen consideradas elementos poderían unirse para formar un novo composto.

Esta idea revolucionaria de que un elemento é un corpo que non se pode descompoñer iniciaba unha etapa nova e intentaba romper cun pasado que impedía o desenvolvemento do que ía ser a nova ciencia. Conseguiu gañar adeptos para as súas ideas, pero os seguidores do floxisto defendían a transmutabilidade da materia (por medio deste) e mesmo se “demostrou”, por algún tempo, que a “auga” podía transformarse en “terra”.

**Lavoisier** virá poñer orde e, recollendo a parte positiva das achegas de **Boyle**, sentará as bases da revolución química.

A química tivo un período de acelerado pulso ao longo de todo o século XVIII, co descubrimento e síntese de moitos elementos e substancias, pero dende o punto de vista teórico houbo un retardo por mor da teoría do floxisto. Os partidarios do floxisto contribuíron longamente ao perfeccionamento do método experimental e ao desenvolvemento da chamada “química pneumática”, mais a teoría era restritiva e freou o adianto da nova ciencia.

Mais volvamos retomar as ideas do destacado médico e químico **Sthal**, quen recuperou os catro “elementos” clásicos como esenciais para a interpretación das propiedades e das reaccións químicas. En 1766, no *Dictionnaire de Chymie* de Pierre Joseph **Macquer** (1718-1784), no artigo *Principes* dise: “[...] *Recoñecerase con asombro, sen dúbida, que aínda hoxe admitimos como principios de todos os compostos os catro elementos (auga, terra, aire e lume) que Aristóteles designou como tales, moito antes de que existiran os coñecementos químicos precisos para comprobar a veracidade de tal afirmación*”.

Está ben claro que, no século XVIII, os catro “elementos” clásicos non son principios vagos senón os auténticos piares das propiedades. Esta doutrina dos elementos-principio, non triunfou en detrimento do desenvolvemento da química analítica experimental nin por reacción contra esta, senón grazas a ela. Aínda máis, parecía que os avances experimentais da nova química estaban a consolidar, paradoxalmente, os vellos elementos-principio por medio do desenvolvemento da química pneumática.

Sinalemos tamén que para Immanuel **Kant** (1724-1804) a teoría do floxisto foi tan importante, ou máis, que a teoría da caída dos corpos de **Galileo Galilei** (1564-1642). Na súa época, e por máis de 80 anos, a teoría do floxisto tivo unha importancia real, e os seus seguidores crearon unha auténtica escola.

Mais deixemos as ideas do floxisto e, dado que utilizaron as ideas clásicas dos elementos-principio, volvamos ao pasado e situémonos no momento histórico en que se fraguaron estas ideas: a Grecia Antiga.

## Os elementos-principio

Frases como: “eu non enviei os meus barcos a loitar contra os elementos”, “menudo elemento resultou ser” ou “os elementos xogaron un papel no seu destino”, teñen algunha relación coas ideas clásicas dos “elementos”?

Antes de comentar as ideas dos filósofos gregos sobre os elementos, cómpre lembrar que na mitoloxía grega hai un deus ferreiro, Hefestos. Tal feito é digno de salientar dada a manía que os antigos gregos lles tiñan aos oficios e ás prácticas artesanais. Tal perda de estima era consecuencia do aprecio que tiñan polo espírito e a mente. Por tanto, cómpre valorar o feito da presenza de Hefestos entre os deuses, sinalando o aprecio que, xa daquela, lles daban aos metais.

Cómpre tamén lembrar como, hai 3.000-4.000 anos, o *cobre* e o *estaño* (integrantes do bronce) foron obxecto de busca e de intercambio comercial ao longo de Europa: Grecia, España, Inglaterra, Dinamarca ou Romanía foron lugares de busca destes metais. En España, o intercambio era coas chamadas illas *Casiterites* (casiterita é o minerario do estaño). Hoxe en día descoñecemos a súa posición xeográfica, mais puideron ser as nosas illas Cíes.

Hoxe sabemos que as modernas teorías científicas son debedoras daquelas vagas doutrinas filosóficas procedentes do pensamento helénico. Cómpre saber sen escandalizarse que o noso desenvolvemento experimental parte de especulacións doutrinais, satisfactorias para o espírito, si, pero con pouco ou ningún soporte científico. Unha destas doutrinas filosóficas, que tivo unha fonda transcendencia no nacemento das ciencias modernas, é a dos elementos-principio.

Estas entidades son coñecidas dende a época de esplendor da filosofía grega. Foron consideradas como obxecto de estudo científico ao longo de moitos séculos e tivo que chegar o xenio de **Lavoisier**, xa no século XVIII, para que esta doutrina comezara a derrubarse.

A filosofía grega, no século IV a. C., trataba de buscar resposta a preguntas transcendentales: de onde vimos, cara a onde imos, quen somos, etc. Foi **Tales** de Mileto quen chegou á conclusión de que “nada vén de nada” e que, polo tanto, ten que existir algo ou algún referente a partir do cal se forman as demais cousas. A este referente elemental a partir do que se ha xerar a materia chamoulle “elemento”, e por ser a orixe ou principio de todo, “elemento-principio”. Máis adiante asumíriase que a materia é composta e está integrada por partes minúsculas que xa non se poden dividir. Chamoulles “átomos”.

**Tales**, nacido en Mileto (cidade de Asia separada por un estreito canal de auga da illa de Samos), pode considerarse o primeiro científico xonio. Intentou comprender o mundo sen involucrar os deuses. Cría, coma os babilonios, que o mundo fora antes “auga”. Os babilonios, para explicar a “terra” firme, engadíán que o deus Marduk puxo unha esteira sobre a superficie das augas e amontoou terra enriba dela (hai probas de que o antecedente, os primitivos mitos sumerios da creación, constituían na súa maior parte explicacións naturistas, codificadas máis tarde cara ao 1.000 a. C. no *Enuma elis* “cando no alto”, as primeiras palabras do poema), pero daquela xa os deuses substituíran a natureza, e o mito presentaba



unha teogonía, non unha cosmogonía. A destilación da “terra” a partir da “auga” é unha idea bastante natural en pobos insulares e navegantes. **Tales** tiña unha idea semellante, pero deixou o deus babilonio Marduk fóra da súa explicación do porqué da “terra”. Así, pensaba que efectivamente todo antes fora “auga”, pero que a terra se formara a partir dos océanos por un proceso natural, semellante á sedimentación que observara no delta do Nilo. Pensaba que a “auga” era un principio común subxacente a toda materia, como poderíamos falar hoxe dos electróns, dos protóns, dos neutróns ou dos quarks. Por iso entendeu que todo provén da “auga” e hase converter en “auga”. Así pois a “auga” foi o primeiro “elemento-principio”.

O importante non é que a conclusión de **Tales** fora correcta ou non, senón o método utilizado para chegar a ela: o mundo, segundo a súa opinión, non fora feito polos deuses, senón polo labor das forzas materiais en interacción dentro da natureza.

Máis tarde foi **Anaxímenes**, tamén de Mileto, o que considerou que “todo vén do “aire” e todo retorna a el”. Aseguraba que o “aire” era o verdadeiro “elemento”. Para **Heráclito** de Éfeso o “lume”, ou principio ígneo, era a orixe de todo e correspondíalle, polo tanto, o honor de ser o único “elemento-principio”. **Empédocles** considerou que a orixe debía de ser a “terra”, logo esta era o “elemento”. Non obstante, **Empédocles** empezou xa a pensar por que tiña que haber un só elemento-principio e mesmo avanzou a idea de que estes foran catro.

A **Aristóteles** correspóndelle a honra histórica de ser o propagador da doutrina dos catro elementos: “auga”, “aire”, “lume” e “terra”. Máis tarde engadiría un quinto elemento: o “éter”.

O enorme predicamento que este filósofo tivo na súa época, así como na tradición xudeu-cristiá, determinou o espallamento destas ideas ao longo do tempo. Durante os períodos clásico, medieval e renacentista, as ideas de **Aristóteles** seguiron gobernando o razoamento precientífico. Durante moitos séculos empregouse un tetraedro cos catro “elementos” nos vértices, mentres que nas arestas se colocaban catro coñecidas calidades da materia que se opoñían dúas a dúas: frío-calor e humidade-sequidade (ver figura 3). Os catro “elementos” obtéñense da interacción de cada par de calidades. Podemos escribir:



Figura 3. O tetraedro das transformacións.



**Calor+Humidade= Aire**

**Frío+Humidade= Auga**

**Calor+Sequidade= Lume**

**Frío+Sequidade= Terra**

**Boyle** foi o primeiro en rebelarse contra a aplicación dos elementos-principio. Mais Georg Ernst **Sthal**, o pai da teoría do floxisto, recuperou e utilizou os catro “elementos” e considerounos esenciais para conseguir interpretar as propiedades dos compostos e das reaccións químicas. A vixencia desta doutrina filosófica superará os 2.000 anos.



**Figura 4.** Biblioteca e laboratorio alquímicos (Da obra de Michael Maier (1569-1622), *Tripus Aureus*. Frankfurt, 1618).

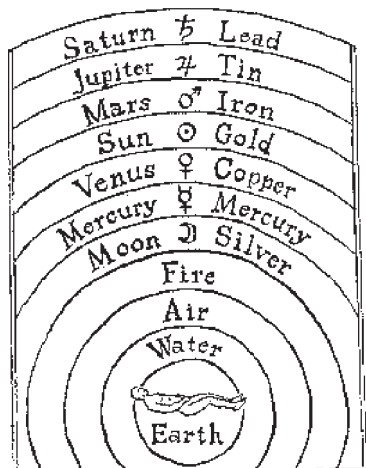
Foi **Lavoisier** quen, ao longo da súa vida de investigador, prescinde destas ideas e vai demostrando paso a paso que os chamados “elementos-principio” non son tales. Mediante a experimentación demostrou que o aire non é elemental, senón que está composto doutros “aires”, que a terra está composta de moitos e variados materiais, ou que a auga é unha combinación de dous elementos: *osíxeno* e *hidróxeno*. Pero esta é outra historia...

A doutrina dos elementos-principio daba paso, por fin, ás novas e modernas ideas científicas.

### **Os elementos-principio nas ideas alquímicas**

Os catro “elementos”: “lume”, “aire”, “auga” e “terra” foron considerados como as materias usadas na astroloxía para integrar os signos do Zodiaco. Deste xeito son signos de “lume” o Carneiro, León e Saxitario; pertencen ao “aire” os Xemelgos, Libra e Acuario; relaciónanse coa “auga” o Cangrexo, Escorpión e Peixe e, finalmente, son de “terra” o Touro, Virgo e Capricornio.

Os catro “elementos” foron asimilados polas ideas dos alquimistas e recollidas, xunto cos sete metais clásicos, no que hoxe coñecemos como cosmoxía alquímica (ver figura 5).



**Figura 5.** Gravado de Robert Fludd (1574-1637) no que se representa a cosmoloxía alquímica e a correspondencia de símbolos cos planetas coñecidos e os metais clásicos.



**Figura 6.** Sulfuro e mercurio, prata e ouro, os catro símbolos (da obra de Johann Conrad Barchusen (1666-1723), *Elementa Chemiae*. Leyden, 1718).

**Táboa 2.** Relación entre os “elementos-principio” e os novos elementos propostos no Renacemento.

XOFRE Principio fixo	}	TERRA materia visible, estado sólido
		LUME materia oculta, estado sutil
SAL	→	QUINTAESENCIA o éter dos físicos
MERCURIO Principio volátil	}	AUGA materia visible, estado líquido
		AIRE materia oculta, estado gasoso

Chegado o Renacemento, os cultivadores da Iatroquímica, con **Paracelso** (1493-1541) á cabeza, ampliaron o número de “elementos” ao engadir tres novos aos cinco elementos-principio de **Aristóteles**. Foron chamados “elementos vitais”: o *xofre*, relacionado coa “terra” e o “lume”, que foi considerado o “principio fixo”; o *mercurio*, relacionado co “aire” e a “auga”, que se considerou un “principio volátil” e finalmente o sal, relacionado coa *quintaesencia* ou o “éter” dos físicos aristotélicos. Na táboa 2 establecemos o conxunto dos elementos-principio e as súas relacións cos novos “elementos”.

Ademais de todos estes “elementos-principio”, dos correspondentes metais clásicos e do carbón, foron aparecendo novos elementos químicos (*arsénico*, *bismuto*, *fósforo*, etc.), novos metais (*platino*, *cobalto*, *níquel*, *cinc*, etc.), novos gases (aire desfloxisticado, aire vital, aire fixo, floxisto, aire fétido, etc.). O descubrimento destes novos elementos foi orixinando a aparición dun caos de nomes sen ningunha norma, de modo que se ía facendo cada vez máis complicado entender de que se estaba a falar cando se escribía un traballo.

Se a complicación cos elementos era grande, é doado entender que cando se falaba de compostos (devido ao seu número moito maior) se multiplicase a complexidade. Debemos facer notar que a alquimia permitiu a preparación de moitos ácidos, algunhas bases e moitísimos sales. Na táboa 3 indicamos algúns destes compostos.

**Táboa 3.** Algúns nomes clásicos de minerais e elementos anteriores ao novo método de nomenclatura química.

<b>Po de Algaroth</b>	Oxicloruro de antimonio (III)
<b>Sal de Alembroth</b>	Cloruro dobre de mercurio e amonio
<b>Ponfolix</b>	Óxido de cinc
<b>Auga faxedénica</b>	Mestura de cloruro de mercurio (II) e auga de cal
<b>Turbit mineral</b>	Sulfato básico de mercurio (II) ( $\text{HgSO}_4 \cdot 2\text{HgO}$ )
<b>Colcótár</b>	Óxido férrico (III)
<b>Azafrán de marte</b>	Óxido férrico (III)
<b>Aceite de tártara por deliquio</b>	Carbonato potásico
<b>Aceite de vitríolo</b>	Ácido sulfúrico
<b>Manteiga de arsénico</b>	Tricloruro de arsénico
<b>Manteiga de antimonio</b>	Tricloruro de antimonio
<b>Flor de cinc</b>	Óxido de cinc sublimado
<b>La filosófica</b>	Óxido de cinc
<b>Ácido muriático</b>	Ácido clorhídrico
<b>Espírito do sal</b>	Ácido clorhídrico
<b>Ácido muriático osixenado</b>	Cloro
<b>Espírito de Venus</b>	Ácido acético
<b>Vitríolo de Chipre</b>	Sulfato cúprico
<b>Sal milagroso</b>	Sulfato sódico
<b>Sal de Gláuber</b>	Sulfato sódico



## Capítulo 1. Antecedentes históricos modernos da notación química

Vimos de sinalar como, no século XVIII, existía un auténtico caos dentro da química para referirse a tantos elementos e compostos como xa eran coñecidos, mais con ser grave, esta situación non era a razón determinante para a aparición dunhas normas de nomenclatura.

Quizais o maior problema que tiña a química para arredarse da alquimia e transformarse nunha ciencia era o escuro simbolismo que utilizaba (só apto para iniciados) nos seus comunicados e a críptica e inadecuada linguaxe que empregaba cando se usaba oralmente.

A asociación de estrelas, planetas e satélites cos metais clásicos (Sol→*ouro*, Lúa→*prata*, Saturno→*chumbo*, Venus→*cobre*, Marte→*ferro*, Mercurio→*estaño*), o emprego de criptogramas, símbolos, emblemas e alegorías en lugar de precisar a orixe etimolóxica das palabras e as súas definicións, a inferioridade lingüística e epistemolóxica da química respecto doutras ciencias xa consolidadas como a astronomía ou as matemáticas, as concepcións metafísicas da materia, a asociación da preparación de remedios científicos e/ou medicinas coa lectura do horóscopo, a loita pola transmutación dos metais en ouro, etc., todo isto provocou que, a pesar de estar a Química xa ben cimentada na súa preparación experimental e mesmo metodolóxica, lle faltase a linguaxe para abandonar as tebras da alquimia e incorporarse á luz dunha nova ciencia.

A incoherencia era a característica fundamental da nomenclatura química de entón. Os nomes dos compostos aparecían dun xeito vago: unhas veces facían alusión á cor (vitriolo azul), outras ao sabor (sal amargo), ás propiedades medicinais (sal febrífugo), ou ao nome do descubridor (sal de Gláuber, polo químico alemán Johann Rudolph Glauber, [1640-1670]) ou incluso á localidade onde se atopou (sal de Épsom). Así era como aparecían denominados os compostos nas memorias de investigación química.

Era necesario, pois, sentar as bases dunhas normas de nomenclatura axeitadas para que todos cantos escribisen de química o fixesen do mesmo modo.

A Química deixaría de ser unha marea de nomes inco nexos, coma no tempo da alquimia, no que cada tratadista empregaba o seu propio sistema e conducía á confusión de todos os demais estudosos. A partir daquel momento empregaríase un sistema recoñecible e común para que todos o puidesen empregar. Un sistema baseado en principios lóxicos, para que todos puidesen comprender os elementos que integraban cada composto partindo do nome deste. Mais, como se chegou a esas normas?

### Na procura dunhas normas

**Lavoisier** foi quen tivo que cruzar a lagoa estixia (pero en sentido contrario, dende a morte ata a vida) para dar a luz a nova ciencia. A figura de **Lavoisier** foi crucial en moitos dos campos que acompañaron o nacemento da química, e tamén na creación dunhas normas de nomenclatura.

Cómpre dicir que, xa con anterioridade, Tobern Olof **Bergmann**, consciente da necesidade dunha nomenclatura



Figura 7. Retrato de Guyton de Morveau.

clara e precisa, intentara unha clasificación dos minerais atendendo á súa composición química, iniciando a elaboración dunha nomenclatura sistemática. Nesta liña atopábase, nesa mesma época, o químico francés **Guyton de Morveau** (1737-1816).

Sinalemos, ademais, que Jean Henri **Hassenfratz** (1755-1827) e Pierre-Auguste **Adet** (1763-1834) estaban intentando cambiar os vellos símbolos cabalísticos característicos de moitos dos elementos químicos coñecidos por uns novos modernos, claros e precisos.

A incorporación de **Lavoisier** ao campo da nomenclatura prodúcese no momento máis oportuno, cando as ideas

están máis maduras, e no momento histórico en que el goza do maior prestixio.



**Figura 9.** Retrato de Antoine Laurent Lavoisier.

de **Fourcroy**, Jean-Antoine **Chaptal** (1756-1832), aceptaron axiña as súas ideas. **Guyton de Morveau** dubidou algo máis, pero no ano 1786 era xa partidario convencido e defensor das ideas de **Lavoisier**.

Neste preciso instante, cando **Lavoisier** se sente acompañado por moitos dos seus compañeiros de Academia, decide iniciar a reforma da linguaxe química.

Antoine Laurent **Lavoisier** era consciente da incoherencia da linguaxe química existente, de como os nomes das substancias (cuñados polos séculos e a tradición) transmitían ideas falsas.

**Lavoisier** estaba nesa época influído polas ideas do abade Etienne **Condillac** (1715-1780), que pregoaba a importancia das palabras na formación das ideas, e aplicounas no campo da linguaxe química.

**Lavoisier** comprendía que a supresión dos nomes clásicos e a construción dunha linguaxe nova apoiada nas súas ideas químicas, que deixase de ser artificial, implicaba romper co pasado. Por iso, a primeira etapa foi convencer a **Guyton de Morveau** para que renunciara ao seu proxecto de nomenclatura de concordia e se unise ao proxecto de elaboración dun novo método de nomenclatura química.



**Figura 8.** Claude Louis Berthollet.

En febreiro de 1785, Antoine **Lavoisier**, axudado polo xove enxeñeiro Jean-Baptiste **Meusnier de la Place** (1754-1793), realizou durante unha semana o solemne experimento da análise e da síntese da auga. Nel demostraron que a auga non é un elemento principio, senón que está composta de

hidróxeno e de osíxeno. O derradeiro asalto á teoría do floxisto estaba decidido. As adhesións ás súas teorías producíanse en cadea: Claude Louis **Berthollet**, Antoine François



**Figura 10.** Tobern Olof Bergmann.

**Guyton** de Morveau era un reputado químico de Dijon, moi ben relacionado e valorado cientificamente. Estaba convencido da necesidade de establecer unha nova nomenclatura sistemática, similar á elaborada polo botánico Carl von **Linneo** (1707-1778) no mundo natural. Nesta liña apoiábo o seu amigo sueco **Bergman**. A pesar de que a súa reputación era moi boa (estaba encargado de dirixir os dicionarios de química da *Encyclopédie Méthodique*), e de que levaba traballando no seu método de nomenclatura dende o ano 1782, o éxito que acadara non era moi grande. A razón residía en que pretendía conseguir unha nomenclatura de concordia, aceptada por todo o mundo. No ano 1785, **Guyton** chega a París coa intención de someter o seu proxecto á Academia, mais chega no medio do rebumbio provocado polo experimento de **Lavoisier** coa auga. **Guyton**, que era defensor da “Teoría do Floxisto”, será convencido polos seus amigos **Fourcroy**, **Berthollet**, **Chaptal**, etc, de que abandone as ideas erróneas da “Sublime Teoría”. Convértese e utiliza o seu prestixio na defensa da nova ciencia que está nacendo. Ao mesmo tempo intentan persuadilo para que abandone a titularidade do seu proxecto de nomenclatura e se incorpore ao novo equipo que **Lavoisier** está formando. **Guyton** resístese, pero ao pouco tempo déixase convencer e únese ao grupo.

Lavoisier convocou a primeiros do ano 1787 a **Guyton**, **Berthollet** e **Fourcroy** para traballar na elaboración da nova linguaxe química. É impresionante comprobar como **Lavoisier** convence os seus compañeiros e como se apropia da reforma pouco a pouco. En catro meses remataron o traballo, pero unha vez feito, pareceu que todo el fora realizado por **Lavoisier**.

Construído o equipo, logo de que **Guyton** renunciara ás súas ideas, **Lavoisier** procedeu ao reparto das tarefas: **Fourcroy** aceptou o pesado labor de elaborar unha táboa coas novas denominacións, **Guyton** de Morveau asumiu a responsabilidade de plasmar, da forma máis clara, os detalles da aplicación do novo método e **Lavoisier** tomou a decisión de ser o director do grupo.

O grupo traballou tan ben que en catro meses rematou o labor e **Lavoisier** puido ler a memoria diante da Academia. El mesmo elaborou un estudo preliminar que acompañaría o traballo colectivo, titulado *Método de Nomenclatura Química*.

O 29 de agosto de 1787 presentaba a memoria titulada *Sur la nécessité de réformer et de perfectionner la nomenclature de la chimie*. Nela fai unha exposición de cales eran as súas ideas sobre a metafísica da linguaxe e dicía:

“...as linguas intentan non só expresar con signos as ideas e imaxes da mente, son tamén métodos analíticos por medio dos cales podemos avanzar dende o coñecido ata o descoñecido e, en certo xeito, á maneira das matemáticas, demostraremos estas ideas...”.

**Lavoisier** estaba convencido do poder da extensión semántica do método analítico e uniuno á reforma completa da linguaxe da química.

A obra completouse cun dicionario onde figuraban as equivalencias entre os novos nomes e os clásicos e, ademais, incluía un anexo co novo sistema de símbolos que idearan **Hassenfratz** e **Adet** en substitución dos clásicos símbolos químicos.



Figura 11. Antoine François de Fourcroy.



Figura 12. Jean-Antoine Chaptal.



O *Método de Nomenclatura Química* era unha necesidade sentida por toda a comunidade científica ao remate do século XVIII para abandonar o caos orixinado pola multiplicidade e a heteroxeneidade de denominacións. Por iso os seus autores decidiron publicalo coa máxima urxencia.

Os autores do *Método* sabían como publicar con prontitude os seus traballos e, logo de leren a memoria na Academia, aplicáronse na súa pronta publicación para espallar as ideas de inmediato. **Lavoisier**, cando tiña moita urxencia, publicaba os seus traballos no *Journal de Physique* que editaba François Pilâtre de **Rozier** (1754-1785). Pero no ano 1787 cambiou de editor e o novo, Jean-Claude de la **Metherie** (1743-1817), era un acérrimo defensor da Teoría do Floxisto, razón pola que non se decidiron a enviarlle a memoria. Ante esta situación, o mellor era crear unha nova revista onde eles fosen os editores. Foi así como, no ano 1787, **Guyton**, **Lavoisier**, **Berthollet**, Gaspar **Monge** (1746-1818), **Fourcroy**, **Hassenfratz** e **Adet** crearon xuntos unha nova revista, chamada *Annales de Chemie*. No primeiro número publicaron as *Normas de nomenclatura para os elementos químicos*, que axiña se distribuíron por Francia e Inglaterra.



Figura 13. Jean Henri Hassenfratz.

**Lavoisier** introduciu dous cambios importantes no proxecto inicial de Guyton:

- Utilizou as novas denominacións como unha base para defender a súa teoría química, de modo que a nova linguaxe foi a mellor arma contra a Teoría do Floxisto.
- Cambiou a filosofía de concordia do proxecto orixinal. Para **Guyton** a nomenclatura era simplemente unha convención que valería na medida en que fose aceptada pola maioría. Para **Lavoisier** a nomenclatura debería reflectir a natureza.

A idea central da nova nomenclatura foi achegada por **Lavoisier**, que a aprendeu do filósofo e matemático francés Etienne **Condillac**. Este pensaba na ciencia “como unha linguaxe ben feita” e utilizaba as matemáticas como modelo de coñecemento. A súa concepción de como se chegaba ao coñecemento estruturábase no esquema:

*Obxecto real → Sensación → Idea → Palabra → Coñecemento*

O principio básico destas normas era unha lóxica da composición:

- Crear un alfabeto de palabras simples para designar as substancias simples.
- Nomear as substancias compostas con nomes compostos.
- A composición era sempre binaria e a proporción dos compoñentes indicábase por medio dun sufixo.

Este método demostrou a súa valía dado que, dous séculos despois, seguimos usándoo con moi poucas variacións.

As substancias máis sinxelas debían nomearse en primeiro lugar. **Lavoisier** rexeitou os catro elementos da tradición aristotélica e deu unha definición experimental de “elemento” na liña do xa indicado por Robert **Boyle** (1627-1691), de xeito que limitaba o número de substancias simples



Figura 14. Gaspar Monge.



ou elementais a aquelas que non podían descompoñerse noutras máis simples por análise química.

As *Normas de Nomenclatura* foron unha das ferramentas máis notables da nacente revolución química. A nomenclatura non é o manifesto dun grupo de científicos ou dunha escola, senón que representa unha ruptura irreversible co pasado:

Nunha xeración os químicos esquecen a súa lingua natural, consolidada por séculos de uso, e pasan a falar e escribir de modo que calquera aprendiz pode entender.

Os libros de texto anteriores a **Lavoisier** pasan a ser inintelixibles, constituíndo a prehistoria da química.

A Química racha o seu espazo social, de xeito que a nova química académica pasa a empregar a nova linguaxe culta, precisa e científica, mentres os artesáns (perfumistas, etc.) seguen utilizando a súa lingua clásica.

Foi así como nas *Normas de Nomenclatura* se recollen, por vez primeira, 55 substancias chamadas simples ou elementais, porque a análise química aínda non conseguira descompoñelas noutras máis simples. Dous anos máis tarde, no ano 1789, cando **Lavoisier** publique o seu *Traité élémentaire de chimie*, recollerá soamente 33.

Os químicos posteriores á publicación das *Normas* contaron xa cunha linguaxe analítica, metódica e precisa.

Estaban en condicións de poder nomear calquera nova substancia que se descubrise na natureza ou que se sintetizase no laboratorio.

A nomenclatura componse a partir dun alfabeto de 33 nomes simples para as substancias simples. Algunhas como o cobre, o xofre e o ouro conservan o seu nome tradicional, pero aquelas recentemente descubertas (e de modo particular os “aires”) noméanse atendendo ás propiedades que os caracterizan.

Vexamos algunhas consideracións tomadas nas *Normas de Nomenclatura*:

*Osíxeno*, *hidróxeno* e *nitróxeno* proceden da raíz grega *xenos* “xerador” e *oksys* “ácido”, *hydros* “auga”, *niter* “nitro”. Como observamos, unha calidade propia de cada elemento.



Figura 17. Lavoisier no seu laboratorio.



Figura 15. Robert Boyle.



Figura 16. Carl von Linneo.

As substancias compostas désígnanse por medio dun nome composto que integra os nomes dos seus constituíntes, de modo que dea conta do “xénero” e da “especie”. Por exemplo, no composto ácido carbónico, o ácido dá conta do “xénero” e será común para cantos garden esa calidade, e carbónico é o adxectivo que o “especifica”.

Cando unha mesma substancia simple pode dar lugar a dous ou máis compostos diferentes, botárase man de sufixos (*oso, ico* para ácidos -sulfuroso, sulfúrico-, *uro, ato* para os sales -cloruros, cloratos-) ou recorreráse aos prefixos (*di, tri*, etc., para os óxidos -dióxido de xofre, trióxido de xofre-).

A contribución máis notable de **Lavoisier** na nomenclatura foi dobre: dunha banda facer descansar, cimentar as novas denominacións sobre a base da súa teoría química (deste xeito asestaba o golpe definitivo á teoría do floxisto) e doutra banda o cambio de filosofía do proxecto inicial.

O creador do proxecto inicial da nomenclatura foi, como xa comentamos, **Guyton**, pero para el a nomenclatura era un asunto de convención: para ser válida debería acadar o común acordo de todos os químicos. Para **Lavoisier**, pola contra, a nomenclatura era unha cuestión de principios: debía reflectir a natureza do composto do que se estaba a falar. Por esta razón, **Lavoisier** toma prestado do filósofo **Condillac** a súa *Metafísica das linguas*.

Para **Lavoisier** linguaxe e coñecemento son indisolubles e, polo tanto, para recrear a ciencia sería imprescindible recrear a súa linguaxe. Por iso, a creación das normas de nomenclatura non podería acordarse por convención dado que deberían de ser esenciais e responder ao exacto sentido do que a ciencia, a súa nova ciencia, quería expresar.

Mais, onde atopar os principios para xerar esa linguaxe perfecta? Na natureza. A obra de **Condillac** *La logique* amósalles aos iniciados que hai que seguir e utilizar o método que nos ensina a natureza: a análise, a “panca da mente”. A análise, entendida na dobre dirección de pasar do complexo ao simple, e do simple ao complexo, é o único método capaz de protexernos de erros e prexuízos.

**Lavoisier** comprendeu que unha linguaxe apoiada nesa lóxica natural era máis que un simple léxico: convertíase nun método de nomear. Era máis un programa para construír unha linguaxe que unha forma de nomear aquilo que, de momento, era coñecido.

En moí poucos anos a nomenclatura impúxose en todo o mundo. A reforma era unha auténtica revolución da que xurdía un novo espírito. Era máis un novo método de designar os compostos que unha simple nomenclatura. Dous séculos máis tarde aínda se utilizan os principios desa nomenclatura.

Nun próximo capítulo incidiremos nas normas de nomenclatura deseñadas por **Guyton**, **Lavoisier**, **Berthollet** e **Fourcroy**; pero antes de chegar alá comentemos algo sobre o símbolo dos elementos e as fórmulas con que se poden representar hoxe os compostos.

## Os símbolos dos elementos e as fórmulas dos compostos

A simboloxía actual con que representamos os elementos químicos é, fundamentalmente, da autoría de Jons Jakob **Berzelius** (1779-1848). Tamén foi el quen propuxo unhas posibles representacións simbólicas dos compostos para poder escribir as reaccións químicas.



Figura 18. O laboratorio de Lavoisier.

**Táboa 4.** Substancias consideradas simples por Lavoisier no seu Tratado de Química.

	<b>Nomes novos</b>	<b>Nomes antigos correspondentes</b>
<b>Substancias simples que pertencen aos tres reinos e que se poden considerar como os elementos dos corpos</b>	Luz	Luz
	Calórico	Calor, principio da calor
		Fluído ígneo, lume
		Materia do lume e da calor
	Osíxeno	Aire desfloxisticado
		Aire empíreo
		Aire vital, base do aire vital
	Azoé	Mofeta, vapor fétido
		Base da mofeta
		Gas floxisticado,aire
Hidróxeno	Gas inflamable	
	Base do gas inflamable	
<b>Substancias simples non metálicas, oxidables e acidificables</b>	Xofre	Xofre
	Fósforo	Fósforo
	Carbono	Carbón puro
	Radical muriático	Descoñecido
	Radical fluórico	Descoñecido
	Radical borácico	Descoñecido
<b>Substancias simples metálicas, oxidables e acidificables</b>	Antimonio	Antimonio
	Arsénico	Arsénico
	Bismuto	Bismuto
	Cobalto	Cobalto
	Cobre	Cobre
	Estaño	Estaño
	Ferro	Ferro
	Manganeso	Manganesa
	Mercurio	Mercurio
	Molibdeno	Molibdena
	Níquel	Níquel
	Ouro	Ouro
	Prata	Prata
	Platino	Platino
	Chumbo	Chumbo
Tungsteno	Tungstena	
Cinc	Cinc	
<b>Substancias simples, terrosas e salificables</b>	Cal	Terra caliza, cal viva
	Magnesia	Magnesia, base do sal de Épsom
	Barita	Barita, terra pesada
	Alúmina	Arxila, terra do alume, base do alume
	Sílice	Terra silíce, terra vitrificable

Para comprender mellor a xenial achega de **Berzelius**, observemos como representaba John **Dalton** (1766-1844), sobre o ano 1810, as substancias simples e compostas por medio de símbolos (ver figura 21).

**Berzelius** propuxo no ano 1813, como símbolo para cada elemento químico, a inicial do seu nome latino. Como todas as linguas romances (romanés, francés, galego, castelán, etc.) son fillas do latín, a elección ía moi ben para todas. Así *hidróxeno*, *osíxeno*, *carbono*, *nitróxeno*, *flúor*, etc., serían respectivamente: *H*, *O*, *C*, *N*, *F*.



Figura 20. John Dalton.

Moi ocasionalmente non coincidían o resultado da lingua latina e o da lingua romance, coma no caso da *prata* = *Ag* (*argentium*), *mercurio* = *Hg* (*hydrargyrium*) ou *sodio* = *Na* (*natrium*), pero a pesar destas diverxencias, o resultado seguía a ser moi satisfactorio.

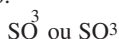


Figura 19. Caricatura de Berzelius.

Cando varios elementos comezaban pola mesma letra (casos de *carbono*, *cadmio*, *calcio*, *cloro*, *cerio*, *cobalto*, *cobre*, *romo*, etc.) a inicial pasaba ao elemento non metálico (*carbono*→*C*) e os outros nomeábanse coas dúas primeiras letras ou a primeira e a terceira. Deste modo *calcio*→*Ca*, *cadmio*→*Cd*, *cerio*→*Ce*, *cloro*→*Cl*, *cobalto*→*Co*, *cobre*→*Cu*, *romo*→*Cr*, etc.

Os símbolos de **Berzelius** substituíron rapidamente os de **Dalton**, dado que eran fáciles de lembrar, de escribir e de imprimir.

**Berzelius** deu un paso máis na formulación química ao racionalizar máis as fórmulas dos compostos. Propuxo escribir as fórmulas mediante os símbolos dos elementos e uns superíndices que deran conta da proporción ou número de veces que ese elemento se presenta no composto. Así escribía anhídrido sulfúrico (hoxe trióxido de xofre) como:

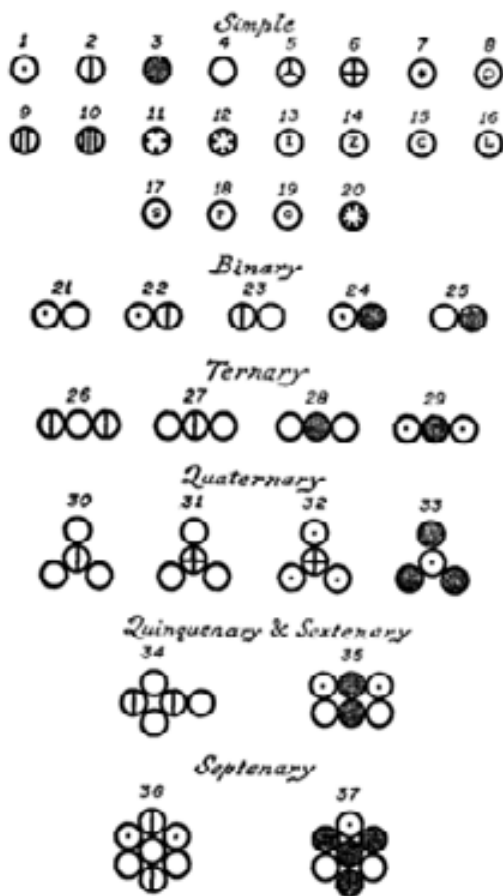


Posteriormente intentou simplificar máis as fórmulas e propuxo que, dado que o osíxeno está moi presente nos compostos, podíamos representalo por un punto que se colocara enriba do outro elemento. Así o composto anterior transformaríase:



Aínda deu un paso máis suxerindo que, cando un átomo distinto do *osíxeno* está por duplicado nunha fórmula, habería que indicalo mediante ese símbolo barrado. Así a auga (hoxe  $H_2O$ ) sería na súa formulación:





**Figura 21.** Símbolos dados por Dalton a algúns elementos e compostos. Entre eles, *hidróxeno* (1), *xofre* (2), *carbo-*  
*no* (3), *osíxeno* (4), *nitróxeno* (6), *cobre* (15), *prata* (17), *ouro* (19) e *auga* (21). Equivocouse coa auga, describindoa  
como HO en lugar de H<sub>2</sub>O, pero as súas fórmulas para o *monóxido de carbono* (25) e *dióxido de carbono* (28) eran  
correctas.

Estas últimas modificacións foron rexeitadas e, finalmente, as fórmulas escribíronse como propu-  
xo orixinariamente **Berzelius**; pero engadindo subíndices en lugar de superíndices: H<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, etc.

Cómpre insistir sobre a trascendental achega de **Berzelius** tanto para simplificar a formulación  
química como para racionalizar as reaccións químicas. Se as *Normas de Nomenclatura para os elemen-*  
*tos químicos* representan o paso das tebras á luz determinando, ou axudando, ao nacemento dunha nova  
ciencia, a idea deste gran científico de utilizar símbolos e fórmulas, axudou á súa consolidación.



## Capítulo 2. As orixes dos nomes dos elementos químicos

Os nomes dos elementos químicos derivan das normas recollidas no *Methodes de nomenclature chimique*, pero foron evolucionando ao longo do tempo, dende a súa formulación inicial. No que segue explicaremos, agrupando por razóns de similitude, cales foron os motivos que orixinaron os nomes dos elementos químicos tal e como hoxe os coñecemos.

Cómpre engadir que, aínda que nós indicaremos unha razón para explicar o nome dos elementos químicos, a explicación etimolóxica dalgúns deles non é única e ás veces é incluso ambigua. Por exemplo, para o elemento *arsénico* admitiremos que deriva etimoloxicamente do termo grego *arsenikos* (“masculino”), para significar que un mineral de arsénico de cor marela, o  $As_2S_3$ , era empregado polos homes para se pintar a cara. O seu nome tamén podería derivar do termo persa *zarnik* (“dourado”), e de feito algúns autores así o consideran.

Ao longo da historia sempre se respectou o dereito do descubridor dun elemento a nomealo como lle parece. Non obstante, algúns nomes desvíáronse da decisión orixinal dos descubridores. Sirva de exemplo o caso do *bromo*. O elemento de  $Z=35$  foi illado da salmoira polo químico francés Antoine Jérôme **Balard** (1802-1876) no ano 1828 e este, no seu lexítimo dereito, propuxo como nome o de *muride*, termo latino que tiña como obxectivo indicar que o elemento estaba contido na salmoira. Unha comisión de prestixiosos químicos franceses deu por bo o descubrimento pero cuestionou o nome, porque durante moitos anos o *cloro* fora nomeado *radical muriático*. A comisión suxeriu o nome de *brome*, termo que foi rapidamente aceptado en todas as linguas científicas.

Cómpre insistir que a norma é aceptar o nome dado polo descubridor aínda que, moi ocasionalmente, sexa cambiado por certos avatares ou por unha comisión oficial científica. Velaquí algúns novos exemplos de elementos con varios nomes.

O *volframio* foi descuberto polos científicos españois irmáns Juan José (1753-1804) e Fausto (1755-1833) de **Elhuyar** y Zubice, e déronlle ese nome porque o obtiveron do mineral volframita. A voz volframita deriva do alemán *wolf* (“lobo”) e *rahm* (“sucio”). Por outra parte os suecos, que eran os maiores expertos en metalurxia da época, déronlle por nome *tungsteno*, que provén do sueco *tung* (“pesado”) e *sten* (“pedra”). Aínda hoxe entre os metalúrxicos continúa utilizándose o termo *tungsteno* para o elemento de  $Z=74$ , aínda que a maioría dos científicos e a mesma comisión de nomen-



Figura 22. Antoine Jérôme Balard.



Figura 23. Nils Gabriel Sefström.



clatura da IUPAC, indiquen que se lle debe de chamar *volframio*, por ser o nome que lle deron os seus primeiros descubridores.

O elemento de Z=23 foi descuberto polo químico español Andrés Manuel **del Río** Fernández (1765-1849) nas minas de *prata* de Novo México en 1801. Chamoulle *ericromio* pola semellanza de colorido que tiñan os sales deste novo metal respecto do xa coñecido de *romo*. Isto acontecía a principios do século XIX, pero a publicación onde se recolleu o descubrimento chegaba mal a Europa, de modo que o seu achado non foi moi coñecido pola comunidade científica. No ano 1831, o sueco Nils Gabriel **Sefström** (1787-1845) preparou un novo elemento que destacaba pola beleza de colorido das súas combinacións. Chamou a este elemento *vanadio* en loanza da deusa Vanadis (deusa da beleza nórdica). Cando o gran **Berzelius** leu esta nova publicación, decatouse de que este novo elemento non era tal, senón que era o mesmo metal, con Z=23, que xa preparara **del Río** anteriormente. O nome do elemento quedou como *vanadio*, pero ao español recoñecéuselle a paternidade do descubrimento.

Rematemos cunha última excepción, a do elemento metálico con Z=41.

No ano 1802, o inglés Charles **Hatchett** (1765-1847) descubriu un novo elemento metálico nun mineral que o Museo Británico recibira de Suramérica cincuenta anos antes. **Hatchett** chamoulle *columbio* en lembranza do descubridor de América, Cristobal **Colón** (1451-1506), e da colonia de onde procedera o mineral, Columbia. No seguinte ano, o sueco Anders Gustav **Ekeberg** (1767-1813) analizou un mineral de *tántalo* e descubriu un novo elemento ao que lle chamou *niobio* (Niobe é a filla de Tántalo na mitoloxía grega). Ámbolos dous elementos eran o mesmo metal e, en boa lide, debería ser o primeiro descubridor o que lle dera o seu nome. Pero *niobio* foi máis agraciado que *columbio*, e aínda que os americanos porfiaron en defender o nome dado por **Hatchett**, perderon a disputa. Aínda hoxe, a pesar de se ter pronunciado a IUPAC polo nome de *niobio*, é posible atopar nos libros de texto dalgúns autores americanos o nome de *columbio* e o seu mineral columbita (por niobita).



**Figura 24.** Selo conmemorativo do bicentenario do descubrimento do volframio, adicado ós irmáns Elhuyar.

**Táboa 5.** Distintos grupos nos que poderían integrarse os elementos químicos coñecidos, atendendo á orixe dos seus nomes.

TÍTULO	Nº de elementos
Nomes prequímicos	9
Nomes derivados de corpos celestes	10
Nomes derivados da mitoloxía ou supersticións	14
Nomes derivados de minerais ou minenarios	14
Nomes derivados das cores ou da coloración producida	11
Nomes derivados doutras propiedades distintas	9
Nomes derivados de motivos patrióticos ou xeográficos	26
Nomes que lembran persoeiros	16
Nomes construídos sobre características propias dos elementos	16
Nomes sistemáticos	9



Sirvan estes exemplos como mostra da medida na que se cumpriron as normas de nomenclatura ao longo dos últimos douscentos anos.

## Posibles clasificacións da orixe dos nomes dos elementos

Seguidamente e antes de pasar a analizar polo miúdo a orixe do nome de cada elemento químico, faremos unha clasificación en 10 grupos na que daremos conta dalgunhas propiedades que nos sirvan para identificar tal orixe.

Na táboa 5 facemos unha primeira presentación da clasificación dos elementos en dez grupos, atendendo a propiedades químicas diversas, que poderían permitirmos comprender o porqué da orixe do posible nome dos elementos.

Cómpre facer notar que cando calculamos o total dos elementos contidos nestes 10 grupos saen 134, cando en realidade soamente coñecemos 116. Isto é debido a dúas razóns: que algúns destes elementos teñen un nome que podería encadrarse dentro de varios grupos, e que hai elementos (os elementos novísimos) que posúen dous nomes, un deles sistemático e outro que pode facer referencia a un lugar ou a unha personalidade científica, segundo o caso.

Seguidamente faremos unha presentación, en forma de táboas, dos elementos encadrados en cada un dos grupos indicados na táboa 5.

**Táboa 6.** Nomes prequímicos.

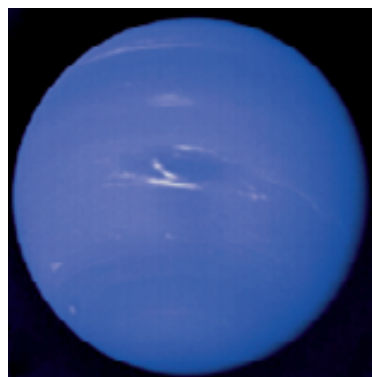
NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
<i>carbono</i>	<i>C</i>	6	<i>carbonis</i> (grego) ou <i>carbon</i> (latín)
<i>cobre</i>	<i>Cu</i>	29	<i>kyprión</i> (grego) ou <i>cuprum</i> (latín)
<i>chumbo</i>	<i>Pb</i>	82	<i>plumbum nigrum</i> (latín)
<i>estaño</i>	<i>Sn</i>	50	<i>stagnum</i> ou <i>stag</i> (indoeuropeo) e <i>stannum</i> (latín)
<i>ferro</i>	<i>Fe</i>	26	probablemente de orixe árabe ou hebrea
<i>mercurio</i>	<i>Hg</i>	80	Mercurio, deus romano
<i>ouro</i>	<i>Au</i>	79	<i>hari</i> (sánscrito) ou <i>aurum</i> (latín)
<i>prata</i>	<i>Ag</i>	47	<i>argentium</i> (latín)
<i>xofre</i>	<i>S</i>	16	<i>sulveri</i> (sánscrito) ou <i>sulphur</i> (latín)

### a) Nomes prequímicos

Son os propios daqueles elementos xa coñecidos dende a antigüidade (*ouro, prata, carbón, mercurio, chumbo, etc.*). A orixe dos seus nomes é incerta, pero moi probablemente derivan de termos procedentes de linguas antigas como o hebreo, sánscrito, indoeuropeo, grego ou latín.

### b) Derivados de corpos celestes

Son elementos con nomes que gardan relación con astros. Deben o seu nome a que cando se obtiveron acababa de descubrirse un planeta (pola nova definición da IAU-2006) (*plutonio* polo descubrimento de Plutón ou *cerio* polo descubrimento de Ceres), quería indicarse que se atopaban no seo dun corpo celeste (o *helio* é un dos gases compoñentes maioritarios do Sol) ou ben pretendía immortalizarse un planeta xa coñecido (*telurio* de Terra).



**Figura 25.** Neptuno. A imaxe foi tomada o 17/8/1989 pola sonda Voyager da NASA.

**Táboa 7.** Nomes derivados de corpos celestes.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
<i>Cerio</i>	<i>Ce</i>	58	asteroide Ceres
<i>Fósforo</i>	<i>P</i>	15	Apelativo de Venus en latín
<i>Helio</i>	<i>He</i>	2	nome do Sol en grego
<i>Mercurio</i>	<i>Hg</i>	80	nome do planeta
<i>Neptunio</i>	<i>Np</i>	93	nome do planeta
<i>Paladio</i>	<i>Pd</i>	46	segundo asteroide descuberto
<i>Plutonio</i>	<i>Pt</i>	94	planetoide Plutón
<i>Selenio</i>	<i>Se</i>	34	nome da Lúa en grego
<i>Telurio</i>	<i>Te</i>	52	nome da Terra en latín
<i>Uranio</i>	<i>U</i>	92	nome do planeta

**Táboa 8.** Nomes derivados da mitoloxía ou da superstición.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
<i>Arsénico</i>	<i>As</i>	33	do grego <i>arsenikos</i>
<i>Cobalto</i>	<i>Co</i>	27	do alemán <i>kobold</i>
<i>Neptunio</i>	<i>Np</i>	93	deus dos mares
<i>Niobio</i>	<i>Nb</i>	41	Niobe, filla de Tántalo
<i>Níquel</i>	<i>Ni</i>	28	alemán <i>nickel</i>
<i>Paladio</i>	<i>Pd</i>	46	Pallas Atenea era a deusa grega da sabedoría
<i>Promecio</i>	<i>Pm</i>	61	do personaxe que lles roubou o lume aos deuses
<i>Plutonio</i>	<i>Pu</i>	94	deus das profundidades terrestres
<i>Tántalo</i>	<i>Ta</i>	73	fillo de Xúpiter
<i>Titanio</i>	<i>Ti</i>	22	derivado dos Titáns, fillos de Urano
<i>Torio</i>	<i>Th</i>	90	deus da guerra na mitoloxía nórdica
<i>Uranio</i>	<i>U</i>	92	deus do universo
<i>Vanadio</i>	<i>V</i>	23	deusa da beleza na mitoloxía nórdica
<i>Volframio</i>	<i>W</i>	74	do alemán <i>wolf</i> (“lobo”) e <i>rahm</i> (“sucio”)

### c) Derivados dos seus minerais ou dos seus minerarios

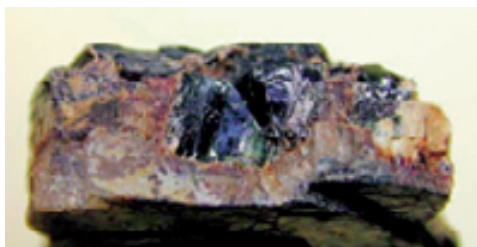
Elementos como *aluminio*, *bario*, *gadolinio* ou *samarium* deben o seu nome, ao alume, á baritina, á gadolinita e á samarsquita respectivamente, que son os minerais, ou os minerarios, dos que se benefician.

### d) Orixinados polas súas cores ou pola coloración dalgúns dos seus compostos

Os nomes do *cloro*, *indio*, *iodo*, *iridio* ou *rodio* derivan de *khloros* (“amarelo verdoso”), *indium* (“índigo”), *ioeides* (“violeta”), *iris* (“arco da vella”) ou *rhodon* (“rosa”). *Cromo* ou *rodio* deben o seu nome á cor dos seus sales.

**Táboa 9.** Nomes derivados dos seus minerais ou dos seus minerarios.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
Aluminio	Al	13	Do latín <i>alumes</i> (“alume”)
Bario	Ba	56	Do grego <i>barys</i> (“pesado”)
Berilio	Be	4	Do grego <i>beryllos</i> (silicato de Al e Be)
Boro	B	5	Do persa <i>burah</i> ou do árabe <i>bauraq</i> (bórax)
Calcio	Ca	20	Do grego <i>kylix</i> ou do latín <i>calx</i> (caliza)
Flúor	F	9	Do latín <i>fluor lapis</i> (“pedra fluída”)
Gadolinio	Gd	64	Do mineral gadolinita
Itrio	Y	39	Do mineral itria
Molibdeno	Mo	42	Do grego <i>molybdos</i> ( <i>chumbo</i> )
Potasio	K	19	Do inglés <i>potash</i> ( $K_2CO_3$ )
Samarario	Sm	62	Do mineral samarsquita
Silicio	Si	14	Do latín <i>silex</i>
Sodio	Na	11	Do árabe <i>suwward</i> (planta que producía $Na_2CO_3$ )
Circonio	Zr	40	Do árabe <i>zircon</i> ( $ZrSiO_4$ )



**Figura 26.** Unha mostra de samarsquita.

**Táboa 10.** Nomes derivados das cores ou das coloracións dos seus compostos.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
Bismuto	Bi	83	do alemán <i>weisse masse</i>
Cesio	Cs	55	do latín <i>caesius</i>
Cloro	Cl	17	do grego <i>khloros</i>
Cromo	Cr	24	do grego <i>khroma</i>
Indio	In	49	do latín <i>indium</i>
Iodo	I	53	do grego <i>ioeides</i>
Iridio	Ir	77	do grego <i>iris</i>
Praseodímio	Pr	59	do grego <i>praseios</i> e <i>didymos</i>
Rodio	Rh	45	do grego <i>rhodon</i>
Rubidio	Rb	37	do latín <i>rubidus</i>
Talio	Tl	81	do latín <i>thallus</i>

**Táboa 11.** Nomes derivados de presentar outras propiedades distintas da cor.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
<i>Antimonio</i>	<i>Sb</i>	51	do árabe <i>al ithmid</i> e/ou do grego <i>anthemonium</i>
<i>Bromo</i>	<i>Br</i>	35	do grego <i>bromos</i>
<i>Hidróxeno</i>	<i>H</i>	1	do grego <i>hydros</i> (“auga”), <i>gen</i> (“producir”)
<i>Nitróxeno</i>	<i>N</i>	7	do grego <i>niter</i> (“nitro”), <i>gen</i> (“producir”)
<i>Osíxeno</i>	<i>O</i>	8	do grego <i>oksys</i> (“ácido”), <i>gen</i> (“producir”)
<i>Osmio</i>	<i>Os</i>	76	do grego <i>osme</i> (“fedor”)
<i>Fósforo</i>	<i>P</i>	15	do grego <i>phos</i> (“luz”), <i>phero</i> (“portador”)
<i>Platino</i>	<i>Pt</i>	78	<i>platina</i> (do castelán, “prata de baixa calidade”)
<i>Cinc</i>	<i>Zn</i>	30	do persa <i>seng</i> ou do alemán <i>zinke</i>

**e) Derivados de presentar peculiares propiedades físicas ou químicas.**

Estas propiedades poden ser moi diversas: mentres que *hidróxeno* significa “xerador de auga”, *nitróxeno* quere dicir “xerador de nitratos” ou *osmio* “fedor”, por exemplo.



**Figura 27.** O deus Tántalo preso no inferno de Tántalo.

**f) Orixinados pola exaltación de motivos patrióticos ou xeográficos.**

Nomes coma *polonio*, *xermanio*, *americio*, *francio* ou *europio* teñen unha orixe común: o desexo do descubridor de deixar patente a súa nacionalidade ou o país ou lugar onde foi descuberto.

Para comprender mellor o que significa esta alínea situamos nun mapa a localización daqueles elementos bautizados con nomes patrióticos ou xeográficos (ver figura 28).



Figura 28. Mapa Químico. Localización xeográfica daqueles elementos con orixe que ten que ver con motivos patrióticos ou xeográficos.

**g) En lembranza de persoeiros da ciencia química.**

Os nomes *curio*, *fermio*, *mendelevio*, *rutherfordio*, *nobelio* ou *einstenio* foron postos en recoñecemento da contribución que fixeron Pierre (1859 - 1906) e Marie (1867-1934) **Curie**, Enrico **Fermi** (1901-1954), Dimitri **Mendeleev** (1834-1907), Ernest **Rutherford** (1871-1937), Alfred **Nobel** (1833-1896) ou Albert **Einstein** (1879-1955), respectivamente, á ciencia.

**h) Nomes creados para dar conta de certas características.**

O *neon*, *argon*, *cripton*, *radon*, *actinio*, *protoactinio*, *radio* ou *litio* deben o seu nome a termos gregos ou latinos que serven para definir certas características como o comportamento químico ou onde se presentan na natureza, por exemplo.



Figura 29. Dimitri Mendeleev, pai do Sistema Periódico.

**Táboa 12.** Nomes derivados de motivos patrióticos ou xeográficos.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
<i>Americio</i>	<i>Am</i>	95	derivado de América
<i>Berkelio</i>	<i>Bk</i>	97	derivado de Berkeley (EEUU)
<i>Cadmio</i>	<i>Cd</i>	48	derivado de Kadmeia (Grecia)
<i>Californio</i>	<i>Cf</i>	98	derivado de California
<i>Cobre</i>	<i>Cu</i>	29	derivado da illa de <i>Cyprus-Cyprium-Kyprion</i>
<i>Darmstadtio</i>	<i>Ds</i>	110	derivado de Darmstadt (Alemaña)
<i>Dubnio</i>	<i>Db</i>	105 <sup>a</sup>	derivado de Dubnia (Rusia)
<i>Erbio</i>	<i>Er</i>	68	derivado de Ytterby (Suecia)
<i>Escandio</i>	<i>Sc</i>	21	derivado de Escandinavia
<i>Estroncio</i>	<i>Sr</i>	38	derivado de Strontian (Escocia)
<i>Europio</i>	<i>Eu</i>	63	derivado de Europa
<i>Francio</i>	<i>Fr</i>	87	derivado de Francia
<i>Galio</i>	<i>Ga</i>	31	derivado de <i>Gallia</i> (Francia en latín)
<i>Hafnio</i>	<i>Hf</i>	72	derivado de <i>Haffnia</i> (Copenhague en latín)
<i>Hassio</i>	<i>Hs</i>	108 <sup>a</sup>	derivado de <i>Hassias</i> , nome latino para Alemaña
<i>Holmio</i>	<i>Ho</i>	67	derivado de <i>Holmia</i> (Estocolmo en latín)
<i>Iterbio</i>	<i>Yb</i>	70	derivado de Ytterby
<i>Itrio</i>	<i>Y</i>	39	derivado de Ytterby
<i>Lutecio</i>	<i>Lu</i>	71	derivado de <i>Lutecia</i> (París en latín)
<i>Magnesio</i>	<i>Mg</i>	12	derivado de Magnesia (distrito de Thessaly en Grecia)
<i>Manganeso</i>	<i>Mn</i>	25	derivado de Magnesia (Grecia)
<i>Polonio</i>	<i>Po</i>	84	derivado de Polonia
<i>Renio</i>	<i>Re</i>	75	derivado de <i>Rhenus</i> (Rhén en latín)
<i>Rutenio</i>	<i>Ru</i>	44	derivado de <i>Rutenia</i> (Rusia en latín)
<i>Terbio</i>	<i>Tb</i>	65	derivado de Ytterby
<i>Tulio</i>	<i>Tm</i>	69	derivado de <i>Thule</i> (nome latino para Escandinavia)
<i>Xermanio</i>	<i>Ge</i>	32	derivado de Alemaña

<sup>a</sup> Elementos con máis dun nome. É preferible usar os seus nomes sistemáticos.

**Táboa 13.** Nomes en lembranza de persoeiros da ciencia.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
<i>Bohrio</i>	<i>Bh</i>	107 <sup>a</sup>	dedicado a <b>Bohr</b>
<i>Curio</i>	<i>Cm</i>	96	dedicado aos <b>Curie</b>
<i>Einstenio</i>	<i>Es</i>	99	dedicado a <b>Einstein</b>
<i>Fermio</i>	<i>Fm</i>	100	dedicado a <b>Fermi</b>
<i>Galio</i>	<i>Ga</i>	31	por Lecoq de <b>Boisbaudran</b>
<i>Hahnio</i>	<i>Ha</i>	105 <sup>a</sup>	dedicado a Otto <b>Hahn</b>
<i>Joliotio</i>	<i>Jl</i>	102 <sup>a</sup>	dedicado a Federico <b>Joliot</b>
<i>Kurtchatovio</i>	<i>Ku</i>	104 <sup>a</sup>	dedicado a <b>Kurtchatov</b>
<i>Laurencio</i>	<i>Lw</i>	103	dedicado a <b>Lawrence</b>
<i>Meitnerio</i>	<i>Mt</i>	109 <sup>a</sup>	dedicado a Lisa <b>Meitner</b>
<i>Mendelevio</i>	<i>Md</i>	101	dedicado a <b>Mendeleev</b>
<i>Nielsbohrio</i>	<i>Ns</i>	105 <sup>a</sup>	dedicado a <b>Bohr</b>
<i>Nobelio</i>	<i>Nb</i>	102	dedicado a <b>Nobel</b>
<i>Roentgenio</i>	<i>Rg</i>	111	dedicado a <b>Roentgen</b>
<i>Rutherfordio</i>	<i>Rf</i>	104 <sup>a</sup>	dedicado a <b>Rutherford</b>
<i>Seaborxio</i>	<i>Sb</i>	106 <sup>a</sup>	dedicado a <b>Seaborg</b>

<sup>a</sup> Elementos con máis dun nome. É preferible usar os seus nomes sistemáticos.

### i) Nomes sistemáticos.

Os elementos de número atómico superior ao 104 presentan o que se chama nome sistemático. Cada un dos números que integran o seu número atómico substitúese pola correspondente inicial do prefixo latino para formar o seu símbolo. Así o 104 sería *un-nihil-quadrium* (*Unq*), e chamariámolo unnilquadio. Os elementos 117 e 118 aínda non foron identificados.

Cómpre adiantar que, dende o descubrimento do elemento con Z=102, abriuse unha forte polémica sobre o nome que se lles daría a estes elementos. Ata o 30 de agosto de 1996, a IUPAC deu por bo o nome sistemático para os elementos dende o 104 ata o 112. Pero dende ese momento cambiou a filosofía que mantivera durante 25 anos. Nun próximo capítulo comentaremos cal é a nosa opinión sobre esa decisión.

### Que é a IUPAC?

A Unión Internacional de Química Pura e Aplicada (*International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC) é un organismo internacional que ten, entre outras funcións, a de coordinar as actuacións dos químicos en todo o mundo, actuar como árbitro nas polémicas xurdidas ou organizar reunións e congresos sobre os máis variados temas. Funciona por comisións que abranguen todas as áreas de coñecemento relacionadas coa química.

A IUPAC foi fundada por químicos procedentes dos centros de investigación e da industria, que recoñeceron a necesidade dunha estandarización internacional para a Química. Sabían que a uniformación de pesos, medidas, nomes e símbolos era esencial para poder continuar con éxito as investigacións tanto teóricas como aplicadas que se estaban acometendo naqueles momentos e as que se acometerían no futuro.

**Táboa 14.** Nomes construídos para dar conta de certas características.

NOME	SÍMBOLO	Z	ORIXE
<i>Actinio</i>	<i>Ac</i>	89	do grego <i>Aktinos</i> (“raio”)
<i>Argon</i>	<i>Ar</i>	18	do grego <i>A-ergon</i> (“inactivo”)
<i>Astato</i>	<i>At</i>	85	do grego <i>A-statos</i> (“inestable”)
<i>Bismuto</i>	<i>Bi</i>	83	do alemán <i>weisse masse</i> (“materia branca”)
<i>Disproso</i>	<i>Dy</i>	66	do grego <i>dysprositos</i> (“difícil de obter”)
<i>Cripton</i>	<i>Kr</i>	36	do grego <i>kripton</i> (“oculto”)
<i>Lantano</i>	<i>La</i>	57	do grego <i>lanthano</i> (“o que fica agachado”)
<i>Lítio</i>	<i>Li</i>	3	do grego <i>lithos</i> (“pedra”)
<i>Neodimio</i>	<i>Nd</i>	60	do grego <i>neos</i> (“novo”), <i>didymos</i> (“xemelgo”)
<i>Neon</i>	<i>Ne</i>	10	do grego <i>neos</i> (“novo”)
<i>Praseodimio</i>	<i>Pr</i>	59	do grego <i>praseios</i> (“verdoso”), <i>didymos</i> (“xemelgo”)
<i>Protoactinio</i>	<i>Pa</i>	91	do grego <i>protos</i> (“anterior”, “primeiro que”)
<i>Radio</i>	<i>Ra</i>	88	do latín <i>radius</i> (“raio”)
<i>Radon</i>	<i>Rn</i>	86	do latín <i>radius</i> (“raio”)
<i>Tecnecio</i>	<i>Tc</i>	43	do grego <i>technetos</i> (“artificial”)
<i>Xenon</i>	<i>Xe</i>	54	do grego <i>xenos</i> (“estraño”, “raro”)

**Táboa 15.** Nomes sistemáticos.

NOME	SÍMBOLO	Z	ANO DE PREPARACIÓN
<i>Unnilcuadio</i>	<i>Unq</i>	104	1969
<i>Unnilpentio</i>	<i>Unp</i>	105	1970
<i>Unnilhexio</i>	<i>Unh</i>	106	1974
<i>Unnilseptio</i>	<i>Uns</i>	107	1976
<i>Unniloctio</i>	<i>Uno</i>	108	1984
<i>Unnilennio</i>	<i>Une</i>	109	1982
<i>Ununilio</i>	<i>Uun</i>	110	1994
<i>Unununio</i>	<i>Uuu</i>	111	1994
<i>Ununbio</i>	<i>Uub</i>	112	1996
<i>Ununtrio</i>	<i>Uut</i>	113	2004
<i>Ununcuadio</i>	<i>Uuq</i>	114	1998
<i>Ununpentio</i>	<i>Uup</i>	115	2004
<i>Ununhexio</i>	<i>Uuh</i>	116	2000

Non obstante, temos que ir un pouco máis atrás para atopar os primeiros intentos serios de reunir os químicos e afrontar estes problemas. Así, en 1860, o químico alemán Friedrich August **Kekulé** (1829-1896) organizou a primeira dunha serie de reunións na que se puxo de manifesto a necesidade dunha



colaboración e estandarización internacional en diversos aspectos entre os que sobresaía o da nomenclatura química. En 1892 desenvolveuse en Xenebra (Suíza) o primeiro intento de sistematizar a nomenclatura orgánica.

Podemos ademais considerar como predecesora da IUPAC a Asociación Internacional de Sociedades Químicas, que se reuniu en París en 1911 e que xerou un conxunto de propostas que inclúan, entre outras: a nomenclatura de compostos orgánicos e inorgánicos, a estandarización de constantes físicas, a edición de táboas de propiedades da materia, a estandarización dos formatos das publicacións e a toma de medidas necesarias para previr a repetición de artigos científicos.

Despois de case oitenta anos, a IUPAC acadou notables éxitos no fomento da comunicación internacional entre os químicos de todo o mundo e na unión dunha linguaxe común entre o mundo académico e o da industria. Está recoñecida como unha autoridade mundial en nomenclatura química, terminoloxía, métodos de estandarización para medidas, masas atómicas e en moitos outros datos relativos ás substancias químicas. Continúa a patrocinar multitude de reunións internacionais e, durante a guerra fría, converteuse nun importante instrumento para manter o diálogo entre científicos de todo o mundo.

A IUPAC está integrada por corenta e dúas Organizacións Nacionais Adheridas (ONAs) –academias de ciencias, centros de investigación, etc.- e ademais outros quince países presentan o status de observadores. Representando a España está a Comisión Interministerial de Ciencias e Tecnoloxía, e por citar algunhas outras ONAs temos a Royal Society británica, a American Chemical Society americana ou o Comité Nacional de Química de Francia. Case mil químicos en todo o mundo traballan voluntariamente para a IUPAC, nas 37 Comisións que pertencen ás sete Divisións seguintes:

I. Química-Física, II. Química Inorgánica, III. Química Orgánica, IV. Química Macromolecular, V. Química Analítica, VI. Química e Medio, VII. Química e Saúde.

Os libros de nomenclatura da organización son usados por academias, gobernos e industria en todos os países do mundo:

*Ouro*: Terminoloxía química, *Verde*: Cantidades, unidades e símbolos en Química Física, *Vermello*: Nomenclatura en Química Inorgánica, *Azul*: Nomenclatura de compostos orgánicos, *Laranxa*: Nomenclatura en Química Analítica, *Púrpura*: Nomenclatura en Química Macromolecular, *Prata*: Nomenclatura e símbolos en Química Clínica.

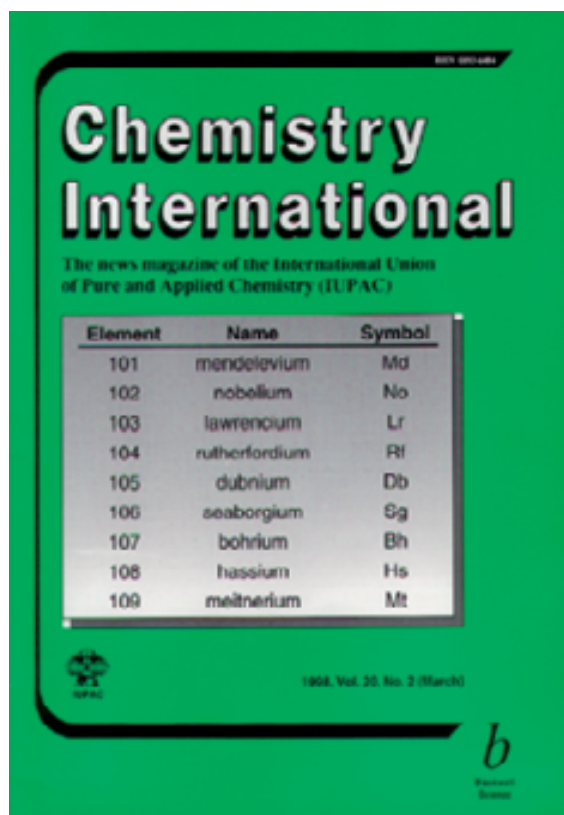
Ademais, a IUPAC é ben coñecida pola publicación de masas atómicas definitivas e abundancias isotópicas. Tamén publica unha gran variedade doutros datos químicos de enorme interese tanto para a investigación como para a industria. Por exemplo: táboas termodinámicas do estado fluído, datos de solubilidade, constantes de estabilidade de complexos metálicos, entalpías de vaporización, propiedades termodinámicas e de transporte dos metais alcalinos ou datos cinéticos e termodinámicos para a química atmosférica.

Por outra banda, está tamén implicada no establecemento de métodos normalizados para o seu uso en laboratorios de investigación, de control de calidade, analíticos e clínicos e na uniformación de métodos para a análise de aceites, graxas e derivados.

En relación co medio, hai varias comisións e comités da IUPAC implicados en traballos sobre Química Analítica Medioambiental, reciclaxe de polímeros, determinación de trazas de elementos no ambiente, estudo de cinéticas de gases na atmosfera, etc.

En canto a congresos, a IUPAC organiza unha reunión bienal que está especialmente centrada no estudo das novas fronteiras na Química. O XL Congreso da IUPAC tivo lugar en Beijing (China) en agosto de 2005, baixo o título “Innovación en Química”.

Cada ano a IUPAC patrocina un gran número de simposios, conferencias e reunións certificando a calidade do programa científico e asegurando que científicos de todo o mundo poidan participar.



**Figura 30.** Exemplar da revista bimensual publicada pola IUPAC (*Chemistry International*) de marzo de 1998, no que se fan oficiais os nomes dos elementos 101-109 segundo o acordado pola *Commission on Nomenclature of Inorganic Chemistry* (CNIC) ou, en galego, CNQI.

A IUPAC publica dúas revistas: *Chemistry International*, na que informa os seus membros sobre a propia organización, calendario de actividades e de conferencias patrocinadas, así como índices de informes técnicos e *Pure and Applied Chemistry*, que informa sobre as conferencias impartidas nos simposios da IUPAC e inclúe artigos, especialmente encargados, sobre tópicos de grande interese. Ademais publica as recomendacións da Unión, informes técnicos, procedementos recomendados, compilacións de datos e colaboracións sobre temas de actualidade.

Unha das comisións que forma parte da a IUPAC máis dinámicas e solicitadas é a que se encarga das Normas de Nomenclatura.

### As Normas de Nomenclatura da IUPAC

A Comisión de Nomenclatura de Química Inorgánica (CNQI) foi establecida no ano 1921 para actualizar e controlar as normas relativas á denominación dos elementos químicos e dos compostos.

No ano 1938 preparáronse por vez primeira unhas normas que foron aprobadas no ano 1940. Non se ofreceron normas novas sobre como denominar os novos elementos químicos que cambiaran as clásicas de 150 anos antes.

Cómpre sinalar que a IUPAC se reservaba a capacidade para aceptar ou non o nome proposto polos autores, aínda que practicamente nunca interviña. Si tomaba decisións cando a un mesmo elemento se lle daban dous nomes. A primeira actuación da IUPAC neste sentido data de 1949, ano en que rematou coa clásica disputa sobre os nomes propostos para o elemento con  $Z=41$  (*niobio/columbio*). A súa decisión, tomada a prol do *niobio*, obedeceu a que no momento do descubrimento do elemento en cuestión, os nomes con orixe mitolóxica eran máis habituais que os nomes con orixe xeográfica.

No ano 1957 fixéronse unhas novas normas. Nelas incluíase unha lista dos elementos químicos coñecidos, pero non se proporcionaron novas indicacións sobre a ruta a seguir na procura do termo elixido como posible nome para os novos elementos químicos descubertos. Hai que engadir que nestas normas se recomenda que o nome escollido sexa de uso fácil e práctico en todas as linguas. Tamén cómpre dicir que era unha norma seguida, pero endexamais escrita, que os elementos non se denominasen con nomes de persoas. Tan só o elemento de  $Z=96$  (o *curio*) fora dedicado a unha das parellas que máis contribuíra no século XX ao coñecemento do sistema periódico. Probablemente o *galio* poida ser considerado como froito do interese do seu autor por inmortalizarse, mais diso xa falaremos máis adiante.

No ano 1970 fíxose unha segunda edición das normas de nomenclatura da IUPAC sen variacións sobre a denominación dos novos elementos obtidos, respecto da publicación de 1957. Xa se obtiveran os elementos con  $Z=99$ ,  $Z=100$ , etc., e se lles dera os nomes de *einstenio*, *fermio*, *mendelevio*, *nobelio*, *laurencio*, etc. Eran nomes dedicados a lembrar moi importantes personalidades da ciencia, todas elas falecidas. Neses anos comezara a considerarse a presenza simultánea de dous nomes para o mesmo elemento químico.

Esta polémica presentarémola máis adiante, noutro capítulo, pero debemos adiantar aquí que unha comisión mixta da IUPAC e da CNQI acordou unha denominación sistemática para os novos elementos preparados despois do *laurencio* ( $Z=103$ ).

No ano 2004 a IUPAC decidiu cambiar o nome do elemento con  $Z=74$ , volframio, para chamalo tungsteno. Tal cambio está aínda en cuestión debido a que a comunidade hispanofalante non acepta tal decisión.

Deixamos aquí o tema das regras da IUPAC, pero retomarémolo máis adiante.



## Capítulo 3. Os nomes e os símbolos actuais

### Grupo 1. Elementos alcalinos

Os elementos deste grupo deben o seu nome ás cinsas xeradas ao queantar unha planta bulbosa típica de zonas áridas, a “barrilla” (*suwwad*, en árabe). Os árabes dicían que a *suwwad* contiña moito *al-qaly*, unha mestura de  $K_2CO_3$  e  $Na_2CO_3$ .

#### Hidróxeno (H)

O elemento químico máis lixeiro do Sistema Periódico é coñecido como *hidróxeno*. Este nome procede das palabras gregas *hydros* “auga” e *gen* “xerador”. Foi nomeado así por ser o gas que era capaz de producir auga cando ardía na atmosfera. O nome foille dado por **Lavoisier**. Na fotografía podemos ver o dirixible alemán Hindenburg ardendo no aeródromo de Lakehurst (New Jersey, EEUU) o 6 de maio de 1937. O dirixible, orixinalmente deseñado para conter *helio* (un gas inerte), estaba cheo de *hidróxeno*, que é extraordinariamente inflamable. Os americanos, que dispoñían do monopolio da produción de *helio* por aquela época, negáronse a venderllo á Alemaña Nazi.



O seu símbolo é a primeira letra do nome: *H*.

#### Litio (Li)

O nome deste elemento deriva da voz grega *lithos* (rocha), e fai referencia a que este metal foi o primeiro dos alcalinos atopado nun mineral ou rocha. Durante moito tempo pensouse que o litio só se presentaba na natureza no mundo mineral, a diferenza do sodio e do potasio, que tamén se atopaban no mundo vexetal.

O *litio* represéntase mediante as letras *Li*.



#### Sodio (Na)

O *sodio* metálico foi illado por vez primeira en 1807 por Sir Humphry **Davy** (1778-1829), por electrólise da soda cáustica ( $NaOH$ ). Ata ese momento considerábase que o hidróxido sódico e mesmo o hidróxido potásico eran elementos químicos e non combinacións de elementos. **Davy** chamou ao novo elemento *sodium*, en latín, (na nomenclatura de **Lavoisier** acordouse que os metais tiveran a terminación -ium), porque fora obtido da soda cáustica. O nome é unha derivación da voz latina *sodanum*, que era un antigo remedio para a dor de cabeza. Este nome deriva, pola súa parte, da palabra árabe *suwwad*, que era unha planta (saladillo, en castelán) que contiña moitas *al-qali*, ou cinsas, que se producían ao queantar a planta sen queimala. Estas cinsas eran unha mestura de  $K_2CO_3$  e  $Na_2CO_3$ .



O símbolo do elemento é *Na*, que son as dúas primeiras letras de *natrium*. Foi **Berzelius** quen usou por vez primeira este nome para facer referencia ao elemento con  $Z=11$ . En realidade *natrium* é unha contracción de *natronium*, que foi o nome que en 1809 lle deu Ludwig Wilhelm **Gilbert** (1769-1824) ao metal contido no *natron*, nome alquímico da soda. O nome de *natron* vén do grego *nitron* (mestura natural de carbonato e bicarbonato de sodio), que deriva, pola súa parte, do hebreo *neter* (soda).

## Potasio (K)

Os ingleses aprenderan dos exipcios como preparar o *potash*. Cando certas plantas se quentaban sen arder, deixaban unhas cinsas, as *al-qaly* (ver *Na*). Estas cinsas extraíanse con auga de mar e logo dunha lenta evaporación nunha pota de ferro, liberaban outras cinsas ás que lles chamaron *potash*, contracción de *pot ashes* (“cinsas da pota de ferro”). O sólido obtido era fundamentalmente  $K_2CO_3$  e  $Na_2CO_3$ .

Posteriormente **Davy** illou o elemento *potasio* por un método electroquímico a partir da potasa (KOH). O metal nomeouse *potasium*, seguindo as novas regras de nomenclatura.

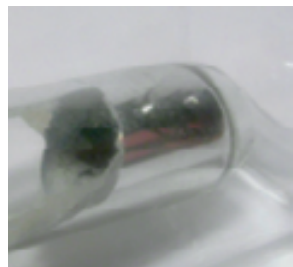
Non obstante, o seu símbolo non se corresponde coa inicial do seu nome. O *potasio* represéntase polo símbolo *K*, que é a primeira letra de *kalium*. Este nome, proposto por **Gilbert** e aceptado por **Berzelius**, deriva de *al-qali*.



## Rubidio (Rb)

O rubidio foi descuberto en 1861 por Robert Wilhelm **Bunsen** (1811-1899) na Universidade de Heidelberg (Alemaña). O nome de *rubidio* deriva do latín *rubidius* (“vermello moi intenso”). Puxéronlle o nome porque este elemento, de número atómico 37, caracterizábase por presentar dúas liñas vermellas moi definidas no seu espectro de emisión.

O símbolo que o representa, *Rb*, está formado polas letras primeira e terceira do seu nome. Non se lle puido chamar *Ru* porque, como veremos, son as iniciais que representan o *rutenio*, que xa se descubrira con anterioridade.



## Cesio (Cs)

O nome deste elemento deriva do latín *caesius* (“azul celeste”) e foi chamado así porque cando se estudou espectroscopicamente, observaron que presentaba dúas liñas fortes na zona espectral do azul. O elemento puro é sólido a temperatura ambiente, pero fúndese coa calor das mans en cuestión de segundos.

Como ocorría no caso do *rubidio*, o *cesio* non pode representar-se simbolicamente como *Ca* nin como *Ce*, pois son símbolos que pertencen aos elementos *calcio* e *cerio* respectivamente, que eran coñecidos con anterioridade. Polo tanto, seguindo as normas de nomenclatura, o *cesio* representouse simbolicamente como *Cs*.



## Francio (Fr)

O elemento con  $Z=87$  foi predito por **Mendeleev** en 1871, que o describiu como un metal alcalino e lle deu o nome de *eka-caesium*. Aínda tiveron que pasar uns anos, ata o 1939, para que fora descu-

berto pola química francesa Marguerite **Perey** (1909-1975, na fotografía) no Instituto Curie de París. **Perey** descubriu que o *actinio-227* producía un fillo químico que decaía con emisión de partículas beta cunha vida media de 21 minutos. Inicialmente déronlle o nome de *actinium-k*, seguindo as regras de nomenclatura para fontes radioactivas naturais. A investigadora deulle o nome de *francio*, en honor ao seu país de orixe.

O símbolo deste elemento corresponde ás súas iniciais: *Fr*.



## Grupo 2. Elementos alcalino-térreos

Estes elementos recibiron o seu nome por atoparse en medio do grupo dos alcalinos (grupo 1, antigo grupo Ia) e do grupo dos térreos (antigo grupo IIIa, hoxe grupo 13).

### Berilio (Be)

Esta denominación parece proceder do grego *beryllos*, que significa “pedra preciosa do berilo” (silicato de *aluminio* e *berilio*). No 1828, Friedrich **Wöhler** (1800-1882) preparou por vez primeira *berilio* elemental e deulle o nome de *beryllium* seguindo as normas de nomenclatura.

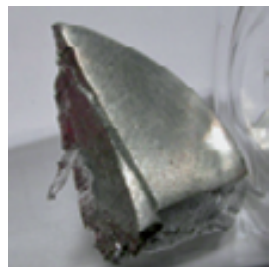
O seu símbolo, *Be*, corresponde ás primeiras letras do seu nome.



### Magnesio (Mg)

Este elemento debe o seu nome ao material no que se atopou: a *magnesia alba*  $[MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot nH_2O]$ , material coñecido polo ser humano dende o mundo clásico. Este mineral era chamado así por ser atopado nun distrito de Tesalia (Grecia) chamado Magnesia. De *magnesia* derivou ao latín como *magnesium*, seguindo as novas normas de nomenclatura. O nome de *magnesia* deriva do nome dunha tribo macedonia, os *magnetes*. O heroe grego Magnes, o lexendario fundador desta tribo, era o fillo de Zeus e Thyia. Os *magnetes* viviron na península de Magnesia e despois colonizaron a península de Anatolia (actual Turquía).

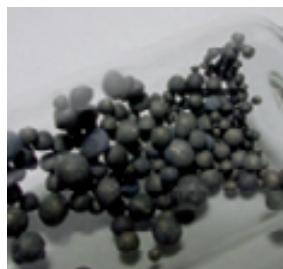
O seu símbolo é *Mg*.



### Calcio (Ca)

O nome deste elemento é consecuencia do mineral onde se atopou por vez primeira. A calcaria ( $CaCO_3$ ), xa coñecida polo ser humano dende a antigüidade era empregada para fabricar morteiros. Cando en 1808 **Davy** identificou o elemento, chamóuselle *calcium* por atoparse no *calx* (calcaria, en latín). O termo *calx* parece proceder da voz grega *kylix*. Un termo químico moi importante, tanto na alquimia como na teoría do floxisto, foi o da calcinación, que significaba “converter en cal”.

O seu símbolo é *Ca*.



### Estroncio (Sr)

Trátase doutro elemento descuberto por Sir Humphry **Davy**. O seu nome deriva do lugar onde se atopou o seu minarario, a estroncianita ( $SrSO_4$ ). Esta foi descuberta na cidade de Stronthian, en Escocia.

O símbolo non podía ser a súa inicial pois xa lle correspondía ao *xofre*, e tampouco era moi acertado o *Sr* por ser a abreviación de *saint* ou de *street* en inglés, polo que se escolleu *Sr*.





## Bario (Ba)

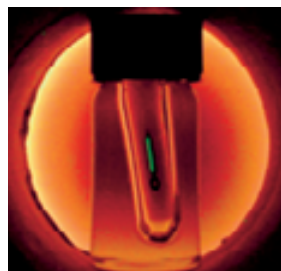
Como ocorre na maioría dos elementos deste grupo, o *bario* debe o seu nome ao do mineral no que se atopou por primeira vez: a baritina ( $\text{BaSO}_4$ ). A baritina ou *barita* (nome medieval) era ben coñecida por ser un mineral pesado (a súa densidade é relativamente alta:  $4,5 \text{ g/cm}^3$ ). Esta propiedade física é a verdadeira orixe do seu nome pois, en grego, *barys* significa “pesado”. De *barys* derivou ao latín como *barium*.

O símbolo que se lle deu foi o das dúas primeiras letras *Ba*, xa que a súa inicial *B* era xa o símbolo do elemento *boro*.



## Radio (Ra)

Cando Marie Curie descubriu o elemento con  $Z=88$ , observou sorprendida a intensa radiación que emitía, a súa radioactividade natural. Por esta razón nomeouno *radius*, que en latín quere dicir “raio”. Dado que o elemento era metálico, pasou a chamarse *radium* seguindo as novas normas de nomenclatura. O símbolo que se escolleu para representalo foi *Ra*.



## Grupos 4-10. Elementos metálicos de transición

Os elementos de todos estes grupos constitúen o que chamamos os metais de transición. En realidade, cando se descubriron estes metais (séculos XVIII e XIX), foron colocándose no sistema periódico como unha transición entre os alcalinos e os clásicos do grupo dos térreos, velaí o porqué do seu nome.

Pode chamar a atención a non consideración ou o esquecemento do grupo 3 (*Sc*, *Y*, *La* e *Ac*). Non existe tal esquecemento. Estes elementos practicamente nunca se estudan como elementos dun grupo unido, senón que se reparten noutros grupos: *Sc* e *Y* son moi semellantes a *Al* e aparecen nese grupo, *La* forma parte do grupo dos lantánidos e *Ac* está cos actínidos. Por tal razón escribiremos deles nos seus propios grupos.

Estes elementos poderíamos presentalos por grupos (elementos dos grupos 4, 5, etc), pero tamén poderíamos estudalos por series: primeira, segunda e terceira serie de transición. Nós imos escoller esta segunda opción sen ningunha razón especial.

### a) Elementos metálicos da primeira serie de transición.

#### Titanio (Ti)

Este elemento foi descuberto en 1791 nun mineral das áreas negras das praias de Cornualles, pouco despois de que o alemán Martin Heinrich **Klaproth** (1743-1817) descubriera o *uranio*. O *uranio* debe o seu nome ao deus grego Urano, home de Xea (Terra) e pai dos Titáns (xigantes). Por esta coincidencia temporal, o seu descubridor, o clérigo galés William **Gregor** (1761-1817), chamou a este novo elemento *titanium*.

O seu símbolo é *Ti*.



#### Vanadio (V)

Aínda que este elemento foi descuberto polo español Andrés Manuel **del Río** no ano 1801, o seu nome provén da denominación que lle deu o químico sueco **Sefström**. *Vanadio* deriva do nome da deusa nórdica da beleza, Vanadis, e fai referencia á beleza do colorido das combinacións ás que dá lugar este metal en medio ácido.

O símbolo para o vanadio é *V*.



#### Cromo (Cr)

Foi descuberto en 1798 por Nicolas Louis **Vauquelin** (1763-1829), a partir dunha mostra dun mineral chamado crocoita ( $\text{PbCrO}_4$ )

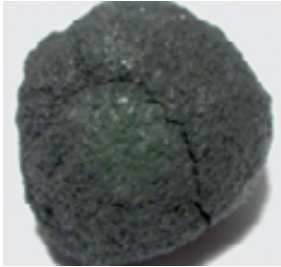
O nome deste elemento deriva do grego *khroma* (“cor”), e fai referencia ás coloracións diversas e preciosas producidas polos seus compostos.

Como *C* era xa o símbolo do *carbono* o do *cromo* pasou a ser: *Cr*.



#### Manganeso (Mn)

Foi illado por vez primeira en 1774 por un discípulo de **Bergmann**, o químico sueco Johan Gottlieb **Gahn** (1745-1818), despois de quentar pirolusita en presenza de carbón durante máis dun ano. Existen dúas explicacións, máis ou menos coincidentes, para explicar a orixe do nome deste elemento. Unha considera que o nome deriva do seu mineral de procedencia: a pirolusita ou *magnesia nigra* ( $\text{MnO}_2$ ), que se transformaría en *magna nigra*, e por fin en *manganeso*. Outra explicación



suxire que o seu nome vén dun erro histórico: a consideración da pirolusita ( $MnO_2$ ) como magnética pola súa semellanza co óxido de ferro. De feito, non foi ata 1740 cando o químico alemán Johann Heinrich **Pott** (1692-1777) probou que a pirolusita non contiña ferro. O nome antigo da pirolusita era *lapis magnes*, polo que o metal que o contiña recibiu o nome de *magnes* (magnético en latín). Del derivou o nome xermano *mangan*, e o francés *manganese*, que foi o que perdurou.

O símbolo dado a este elemento é *Mn*.

## Ferro (Fe)

Outro dos sete metais clásicos. Coñécese dende hai máis de 7000 anos. A orixe do nome deste elemento prequímico é incerta. Probablemente derive dalgunha palabra hebrea ou árabe que faga referencia á súa firmeza. En todo caso, o vocábulo latino *firmus* significa “firme”, e é moi posible que *ferrum* estea relacionado etimoloxicamente con *firmus*. O seu símbolo é *Fe*.



## Cobalto (Co)

O nome do *cobalto* parece ser que deriva da palabra alemana *kobold*, que é o nome que se lles dá aos gnomos ou trasnos, aínda que o seu significado estrito é o de “espíritos malignos do sochán”. Os mineiros do norte de Europa pensaban que as minas de *cobalto* que eles explotaban estaban habitadas por *kobolds* que mataban a todo aquel que os molestaba. O certo é que os seus minerarios máis habituais de *cobalto* son minerais arseniados, e os mineiros daquela época acostumaban a queimar o mineral extraído da mina *in situ*, o que xeraba gases tóxicos ( $As_4O_6$ ) que producían a morte inmediata dos sufridos traballadores. O metal foi identificado en 1735 por Georg **Brandt** (1694-1768).

O símbolo do *cobalto* é *Co*.



## Níquel (Ni)

De novo este elemento ten que ver coa cultura xermánica. O nome deste metal ten a súa orixe na expresión da minería xermánica *kupfer-nickel* (“cobre do diaño”, ou tamén “cobre do vello Nick”). Fai referencia ao que se berraba nas minas cando un minerario que parecía ser de *cobre* non permitía obter o metal polos métodos convencionais. No ano 1751, Axel Fredrik **Cronstedt** (1722-1765) illou un novo metal a partir dunha mostra de mineral que viña dunha mina de *kupfer-nickel*, que logo resultou ser NiAs. Ao novo elemento descuberto chamoulle *nickel* (“Satanás”).

O símbolo para este elemento é *Ni*.



## b) Elementos metálicos da segunda serie de transición

### Circonio (Zr)

O seu nome parece derivar dos termos árabes *zargum* (“cor dourada”) ou *zerk* (“pedra preciosa”), que fan referencia á coloración particular do mineral do que se obtén, o circón ( $ZrSiO_4$ ). O circón é unha xema semipreciosa que pode aparecer na natureza cunha gran variedade de cores: azul, amarelo, verde, marrón, laranxa, vermello e, ocasionalmente, púrpura. O elemento foi descuberto en 1789 por Martin Heinrich Klaproth.

O símbolo deste elemento é *Zr*, que son as dúas primeiras consonantes do seu nome en latín, *zirconium*.



### Niobio (Nb)

O feito de que o *niobio* e o *tántalo* aparezan xuntos nas niobitas e tantalitas dificultou moito a súa separación e o descubrimento do primeiro deles. Na mitoloxía grega, Niobe é a filla de Tántalo, e como o *niobio* foi descuberto no mesmo mineral no que previamente se descubrira o *tántalo*, considerouse que era o seu fillo químico. Na figura pode verse un *anelamento* de *niobio*. Este metal é o utilizado normalmente neste tipo de xoias, por ser un metal barato e moi resistente á corrosión.

Este elemento foi nomeado durante máis de 100 anos de dous xeitos: *niobio* e *columbio*. O seu símbolo é *Nb*.



### Molibdeno (Mo)

O nome deste metal deriva do seu minerario: a molibdenita ( $MoS_2$ ). No século I d.C., o médico grego Pedáneo **Dioscórides** (40-90) deulle o nome de *molybdos* (*chumbo*, en grego) a un grupo de substancias moles que deixaban marcas negras nas superficies, da mesma maneira que o *chumbo*. Neste grupo incluíase a galena ( $PbS$ ), o grafito (C),  $Sb_2S_3$ ,  $MoS_2$  e outros minerarios de Pb.

Durante moitísimo tempo pensouse que a molibdenita contiña *chumbo*. Non foi ata o ano 1778, cando Carl Wilhelm **Scheele** (1742-1786) xerou a partir dunha mostra de molibdenita un óxido descoñecido. Concluíu así que o mineral non contiña *chumbo* e si un novo elemento ao que lle chamou igual que ao seu minerario: *molybdenum*. Publicou as súas investigacións no libro *Treatise on Molybdena*. O novo elemento, o *molibdeno*, foi illado por un discípulo seu, o minerólogo sueco Peter Jacob **Hjelm** (1746-1813).

O *molibdeno*, polas súas propiedades mecánicas e a súa resistencia á corrosión, é moi empregado para facer compoñentes de equipos químicos que traballan a altas presións e a altas temperaturas.

O símbolo deste elemento é *Mo*.

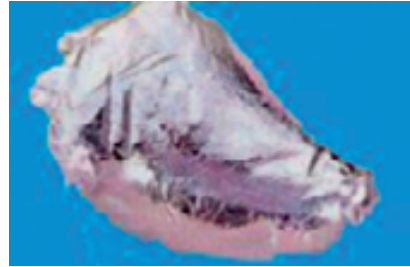


### Tecnecio (Tc)

Na táboa periódica de **Mendeleev**, o lugar asignado para o elemento 43, aínda non descuberto por aquela época, era ocupado polo *eka-manganeso*.

No verán de 1936, o físico italiano Emilio Gino **Segrè** (1905-1989) visitou a Universidade de Berkeley (EUA), e tomou contacto cun novo ciclotrón apenas se instalou alí. Traballou con Ernest

Orlando **Lawrence** (1901-1958) e os seus colaboradores. **Segrè** retornou á súa Universidade en Palermo (Sicilia) cunha pequena mostra de molibdeno radioactivo obtido no ciclotrón, que lle deu o mesmo **Lawrence**. Xunto co mineralóxico Carlo **Perrier** (1886-1948) fixo un gran número de experimentos sobre a mostra, que desembocaron na descuberta en 1937 do elemento con  $Z=43$ .

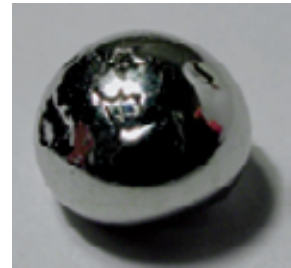


Friedrich Adolf **Paneth** (1887-1958) suxeriu en 1947 que o científico responsable da descuberta do primeiro elemento obtido artificialmente fose o que lle dera o nome. A Universidade de Palermo meteu presión aos dous científicos para que o elemento recibise o nome de *panormium* (do nome latino de Palermo, *Panormus*), pero **Segrè** nunca estivo moi convencido deste nome porque el era orixinario de Tivoli (Lazio), no centro de Italia. Finalmente decidíronse polo seu nome actual, *technetium*, que fai referencia á súa orixe, pois provén do grego *technetos* (“artificial”).

O seu símbolo é *Tc*.

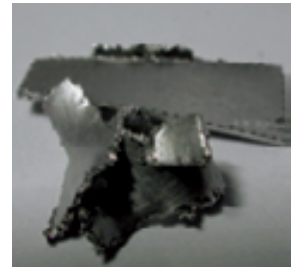
### Rutenio (Ru)

O ruso Karl Karlovich **Klaus** (1796-1864), profesor de química na Universidade de Kazan, illou no ano 1844 un novo elemento químico procedente do minerais do *platino*. O nome que lle deu foi o de *rutenio*, derivado do nome latino de Rusia: *Ruthenia*. O seu símbolo é *Ru*.



### Rodio (Rh)

Pouco despois do descubrimento do *paladio* (1802), o químico inglés William Hyde **Wollaston** (1766-1828) descubriu, en 1804, o *rodio*, nunha mostra de *platino* nativo que viña de Suramérica. **Wollaston** separou primeiro o *platino* e o *paladio* e quedoulle un residuo poeirento de cor vermella que resultou ser cloruro de *sodio* e *rodio* ( $\text{Na}_3\text{RhCl}_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ). **Wollaston** quentou o sal en presenza de *hidróxeno* e despois lavou o residuo resultante con auga para quitar o  $\text{NaCl}$ , obtendo o *rodio* elemental. O investigador quedou impresionado pola coloración rosa dalgún dos seus sales. Foi así como o chamou *rodio*, nome que procede do termo grego *rhodon* (“rosa”).



O seu símbolo é *Rh*.

### Paladio (Pd)

O *paladio* foi descuberto por William H. **Wollaston** en 1803. Non existe acordo sobre a orixe do nome deste elemento. Algúns autores opinan que deriva do nome da deusa Pallas. Na mitoloxía grega, Pallas ou Atena era a deusa da sabedoría. Nós somos da opinión de que fai alusión ao descubrimento do asteroide Pallas. No ano 1801 descubriuse o primeiro planetoide, Ceres, e un ano despois descubriuse o asteroide Pallas. Inclínámonos a pensar que a coincidencia de datas con estes dous eventos astronómicos determinou o seu nome. Esta hipótese vese reforzada polo feito de que o pai de **Wollaston**, o reverendo Francis **Wollaston** (1731-1815), fora un astrónomo afeccionado moi entusiasta que mesmo tiña un observatorio privado. Tanto é así que en 1811 publicou un atlas estelar: *A Portraiture of the Heavens*. O mesmo





W. **Wollaston** fixo no seu tempo traballo de investigación no campo da astronomía. El foi o primeiro en observar as liñas negras no espectro solar.

O seu símbolo é *Pd*.

### c) Elementos metálicos da terceira serie de transición

#### Hafnio (Hf)

O nome deste elemento deriva da denominación latina da cidade de Copenhagen, *Hafnia*, e representa un recoñecemento ás achegas desta cidade ao mundo da ciencia. Os seus descubridores, o holandés Dirk **Coster** (1889-1950) e o húngaro György Karl **von Hevesy** (1885-1966), atopárono cando traballaban no laboratorio de Niels **Bohr** (1885-1962), en Copenhague. Foi o propio **Bohr** en persoa quen lle anunciou ao mundo a descuberta do elemento con  $Z=72$ , no discurso correspondente ao acto de entrega do premio Nobel de Física de 1922, que lle concederan polos seus estudos sobre a estrutura dos átomos. **Bohr** era partidario de chamar a este elemento *danium*, facendo desta maneira referencia ao seu país, Dinamarca, pero por fin cedeu e aceptou o nome que lle deran os seus pupilos.

O seu símbolo é *Hf*.



#### Tántalo (Ta)

Indicamos xa como o *niobio* e o *tántalo* aparecían conxuntamente na natureza, nas niobitas e tantalitas. A orixe do nome deste elemento é mitolóxica e fai referencia á enorme dificultade da súa separación e obtención. Na mitoloxía grega Tántalo, fillo de Xúpiter e dunha ninfa, reinaba en Frixia e amou tanto os humanos que foi acusado de revelarlles segredos propios dos deuses. Por esta razón foi condenado polos deuses a padecer a sede nun suplicio consistente en permanecer somerxido ata a queixada na auga, que se retiraba cando se inclinaba a beber. Era o inferno de Tántalo (ver figura 27, páxina 36). Isto é o que lle acontecía ao mineral tantalita, que non se mollaba por dentro, nin pola auga nin polos ácidos. O *tántalo* é moi utilizado en medicina.

O símbolo para este elemento é *Ta*.



#### Volframio (W)

A orixe do nome deste elemento deriva do nome do seu mineral de procedencia: a volframita. Os irmáns españois Fausto e Juan José **de Elhuyar** illaron o elemento metálico con  $Z=74$  dunha mostra do mineral chamado volframita ( $\text{CaWO}_4$ ), e chamárono *volframio*. O nome do minero é unha composición de dous termos xermánicos: *wolf* (“lobo”) e *rahm* (“sucio”). Fai referencia a que a volframita ( $\text{CaWO}_4$ ) e a casiterita ( $\text{SnO}_2$ ) aparecían conxuntamente na natureza, polo que, con anterioridade ao século XVIII, era moi difícil obter *estaño* fundido sen que fose contaminado polo *volframio* metálico. Os mineiros xermánicos dicían que o *estaño* tiña suciedade, coma a do lobo.

Este elemento foi chamado *tungsteno*, e aínda hoxe moitos xeólogos e minerólogos lle chaman así. Este nome deriva do sueco *tung* (“pesado”) e *sten* (“pedra”), para dar a entender a alta densidade dos seus



minerais. A comisión da IUPAC tomou a decisión de aceptar o nome proposto polos descubridores españois (ver páxina 31), aínda que o pasado ano revogaron a súa decisión e decidiron chamalo *tungsteno*.

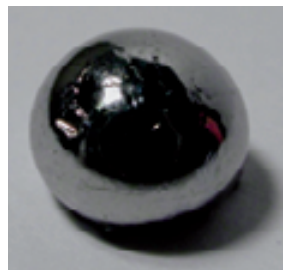
O seu símbolo foi a inicial do seu nome en inglés: *W*.

## Renio (Re)

O primeiro en illar este elemento foi o químico xaponés Masataka **Ogawa** (1865-1933). Chamoulle *nipponium* polo seu país de orixe. O problema é que despois de facer o máis difícil, errou ao darlle un posto na táboa periódica. **Ogawa** pensou que se trataba do elemento con  $Z=43$  (o *tecnecio*, por aquela época aínda non descuberto). Este erro custoulle a paternidade do elemento.

A orixe do nome deste elemento ten que ver con consideracións xeográficas propias do país dos descubridores. Walter **Nodack** (1893-1960), Ida Eva **Tacke** (1896-1978) e Otto **Berg** (1873-1939), alemáns de nacemento, trataron de inmortalizar nel o nome do gran río do seu país: o Rhin (en latín *Rhenus*).

O símbolo deste elemento está composto polas súas iniciais: *Re*.



## Osmio (Os)

O *osmio* foi descuberto en 1803 por Smithson **Tennant** (1761-1815), que por aquela época traballaba en Londres xunto con William Hyde **Wollaston** investigando a tecnoloxía de refinamento do *platino*.

A orixe do nome deste elemento ten que ver cunha propiedade física característica do moi volátil  $OsO_4$ : o seu forte e tremendo fedor. O seu nome deriva do grego *osme* (“fedor”).

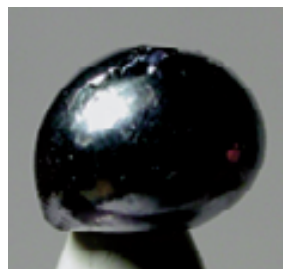
O seu símbolo é o conxunto das súas primeiras letras *Os*, dado que *O* fora xa empregado para o elemento *osíxeno*.



## Iridio (Ir)

Foi tamén Smithson **Tennant** quen descubriu o *iridio*, xunto co *osmio*, no residuo negro que se formaba ao disolver o *platino* nativo en auga rexia. O nome deste elemento ten a súa orixe na propiedade física da cor, pois moitos sales do *iridio* presentan unha ampla gama de vistosas coloracións. Tanto en grego como en latín, *Iris* é a deidade alada do arco da vella e o mensaxeiro dos deuses do Olimpo.

O seu símbolo é *Ir*, dado que *I* xa pertencía ao *iodo*.



## Platino (Pt)

A orixe do nome deste elemento fai referencia a que é moi semellante á *prata*. Foi dado polo oficial da mariña e astrónomo español Don Antonio **de Ulloa** y de la Torre-Guiral (1716-1795), que quedou interesado por unhas pequenas pebidas metálicas que xa dende moito tempo atrás os conquistadores españois atopaban no río Pinto (Nueva Granada, actual Colombia). Estas pebidas estaban formadas por ouro e por un metal negro brillante, semellante á prata. O problema era que os mineiros españois non eran capaces de separar os dous metais polos métodos metalúrxicos tradicionais. Cando atopaban unha delas simplemente a tiraban outra vez ao río. Os mineiros españois chamaron ao



metal *platina de Pinto*, pola súa semellanza coa prata e facendo referencia tamén ao pequeno tamaño das pebidas e ao seu lugar de procedencia. Antonio **de Ulloa** acompañaba, en 1735, ao mariño e matemático español Jorge **Juan y Santacilia** (1713-1773) na famosa expedición, apadriñada polo rei Felipe V de España e capitaneada por Charles Marie **de la Condamine** (1701-1774), para medir a lonxitude correspondente a un grao dun arco de meridiano terrestre no ecuador.

**De Ulloa e Juan y Santacilia** recolleron o descubrimento da *platina* no libro, publicado en 1748, *Relación histórica del viage a la América Meridional* (na figura). De *platina* derivou en *platinum*. Cómpre indicar que o que **De Ulloa** chamou *platina* non é o *platino* actual, senón un mineral empregado polos indios aztecas dende sempre. Dese mineral obtivéronse moitos metais (todos os do minerais do *platino*) e tamén o elemento con  $Z=78$ , o *platino*.

O símbolo dado a ese elemento non podía ser *P*, xa que era o do *fósforo*, e púxoselle *Pt*.





## Grupo 11. Metais de cuñar

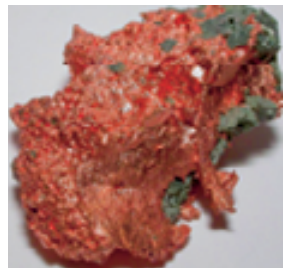
Os metais clásicos utilizáronse ao longo da historia como obxectos de troco e, xa máis modernamente, para cuñar moeda. Todos eles teñen nomes prequímicos e, en moitos casos, de orixe incerta. Vexamos a súa orixe.

### Cobre (Cu)

Poden ofrecerse diferentes lendas con respecto á orixe do nome deste elemento. Unha teoría xira ao redor da palabra *cypern*, que deriva do nome que se lles daba en grego arcaico aos cipreses: *kyparisso*.

Outra posibilidade é que derive do nome da illa de Chipre, *Kypros*, onde se atopaban as minas de *chalcos kuprios* (“metal da illa de Chipre”, *cobre*) máis importantes da antigüidade. Os romanos traduciron o nome da illa como *Cyprium* e ao minerais do que se obtiña o metal chamáronlle *aes cyprium*. De aí derivou en *cuprum*.

O símbolo deste elemento non podía ser *C*, que era o símbolo do *carbono*, polo que se tomou *Cu*.



### Prata (Ag)

O nome deste elemento é dos máis antigos e de orixe máis incerta. En inglés recibe o nome de *silver*. Esta palabra deriva dos nomes que se lle daba á prata nas antigüas linguas xermanas e eslavas: anglosaxón→*soelfor*, xermano antigo→*silbar*, noruegués antigo→*silfr*, saxón antigo→*siluvar*; gótico→*silubr*; eslavo antigo→*sirebro*, lituano→*sidabras*, pruso antigo→*siraplis*. Todas estas formas derivan dunha mesma palabra, probablemente dunha lingua asiática antiga, como por exemplo do asirio→*sarpu*.

En latín chamáronlle *argentum*, probablemente derivado do grego *argyros* e este do indoeuropeo *arg-u-ro* e do sánscrito *arj-una* (“brillante”).

E de onde vén o nome que se lle dá en galego, castelán ou portugués? *Prata* e *plata* derivan do adxectivo latino medieval *platus* (“ancho e aplanado”), que as xentes da época utilizaban para denominar os lingotes de *argentum*. Esta palabra deriva probablemente do grego *platys* (“ancho e plano”). A moeda da figura é un *dirham* do Imperio dos Sasánidas (antiga dinastía de reis persas que dominou o oriente próximo entre os anos 224 e 651 d.C.). Nela aparece representado, en concreto, o rei **Cosroes II**, que reinou entre os anos 590 e 628 d.C.

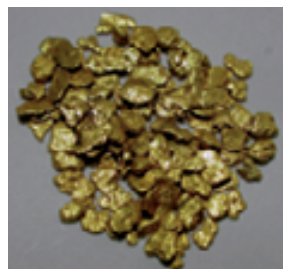


O símbolo para este elemento foille dado por **Berzelius**, que aceptou a denominación latina: *argentum*, *Ag*.

### Ouro (Au)

*Aurum*, o seu nome en latín, deriva seguramente da palabra antiga *ausom*, que significa “amarelo”. Esta palabra está seguramente relacionada coa voz romana antiga *aurora* ou *ausosa*, utilizada para facer referencia á “luz do amencer” ou simplemente ao “leste”. Aurora era a deusa romana do albor. É tamén posible que proceda do sánscrito *hari* (“amarelo”). A orixe deste nome é incerta, pero si se sabe que fai referencia á súa aparencia externa, ao resplandor, ao amarelo brillante, ao alborexar. Para nós, *ouro* procede do latín *aurum*, igual que Ourense procede do seu nome romano *Auriense* (“cidade do ouro”). Os ingleses, pola súa banda, chaman a este metal *gold*, que procede do anglosaxón *geolo*, probablemente derivado do sánscrito *jwal* (“que resplandece”).

O símbolo para o elemento deriva do seu nome latino *aurum*, e represéntase por *Au*.



## Grupo 12. Metais de aliaxe

Os elementos do grupo 12 foron, e aínda son, as bases das aliaxes que se empregan na sociedade.

### Cinc (Zn)

Este elemento non foi descuberto como tal ata o século XVIII, pero parece que o seu uso foi iniciado polos pobos persas e gregos na preparación de aliaxes. Os gregos aprenderon dos persas a preparar algúns latóns partindo de calamina, que se presenta en forma de pugas que despois se fundían con *cobre* e *carbón*. Os alemáns recolleron este método, e chamáronlle *zinke* (“pugas”). Pode tamén que *zinke* derive do sánscrito *seng* (“pedra”). Ao novo elemento metálico, illado a partir da calamina, déronlle o nome de *cinc*.

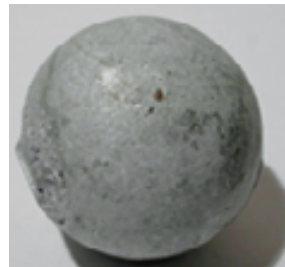


**Berzelius** utilizou o seu nome prequímico para referirse a este elemento porque non fora transformado en latín pola nova nomenclatura, e tomou como símbolo *Zn*.

### Cadmio (Cd)

*Cadmio* deriva do nome grego que lle deron ao mineral onde se descubriu por vez primeira: a *cadmeia* (hoxe calamina), procedente de Kadmeia, rexión da Grecia antiga. De *cadmeia* derivou a *cadmium*, e logo pasou ao nome que ten nos nosos días.

O símbolo do elemento é *Cd*.



### Mercurio (Hg)

O nome deste elemento, un dos sete clásicos, é de orixe incerta, aínda que ten moito que ver coa propiedade de ser un metal líquido con gran mobilidade.

Déuselle o nome de *mercurio* para lembrar o primeiro planeta do sistema solar? Quizais porque na mitoloxía romana Mercurio era o mensaxeiro (mobilidade do metal) dos deuses? O certo é que en latín chamábase *hydrargyrum*, derivado do grego *hydro-argyros* (“prata-auga” ou “prata-líquida”) para denotar que o *mercurio* é un metal líquido e brillante. Tamén é posible atopar a denominación de *quicksilver* (“prata móbil”) en certos libros americanos. O nome recollido na nomenclatura química foi o de *mercurio*, porque garda relación coa mitoloxía e para facer referencia á súa mobilidade, propia dun metal líquido. Na figura podemos ver a “fonte de mercurio” (escultura de Alexander Calder [1898-1976]) que se atopa no edificio da Fundación **Miró**, en Barcelona.



O símbolo deste elemento foi posto por **Berzelius**, partindo da súa norma de utilizar o nome en latín, *Hg*.

## Grupo 13. Elementos térreos

Os elementos deste grupo deben o seu nome a ser atopados na Terra formando parte da súa codia. Todos eles son metais agás o *boro*, que se atopa na liña divisoria dos metálicos e dos non metálicos.

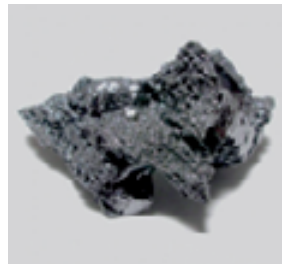
Cómpre facer notar que neste grupo incluímos os elementos *escandio* e *itrio*, aínda que non lles corresponde ese lugar no Sistema Periódico. Isto é debido ás semellanzas químicas que presentan co *aluminio*.

### Boro (B)

Pénsase que *boro* deriva da palabra que os árabes empregaban para designar o bórax (*bauraq*, que deriva do persa *burah*), un dos seus minerais. Así lle chamaba o alquimista árabe Gabir Ibn **Haiyan** (721-803) e así aparece recollido nos manuscritos do século IX.

O 21 de xuño de 1808, Joseph Louis **Gay-Lussac** (1778–1850) e Louis-Jacques **Thénard** (1777-1857) illaron en Francia un novo elemento a partir do ácido bórico ( $\text{HBO}_2$ ), un po branco que se obtiña do bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), ao que lle chamaron *bore*. Nove días máis tarde, o 30 de xuño, Sir Humphry **Davy** presentou un artigo na *Royal Society* anunciando o descubrimento do *boro*. **Davy** propuxo como nome *boracium* (en inglés *boron*), nome que facía referencia á súa fonte de procedencia e á similitude que tiña co *carbón* (bor(ax + carb)on). O nome co que pasou á nomenclatura foi o de *boron* (*boro* en galego).

O símbolo deste elemento é a súa inicial, *B*.



### Aluminio (Al)

O nome de *aluminio* pode proceder de *alum*, que é cómo os gregos denominaban a alumita ou alume ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), que logo os romanos chamaron *alumen*. O alume é empregado dende hai máis de 3.000 anos como astrinxente. A pesar de que os seus minerais eran usados dende a antigüidade o *aluminio*, como metal, ten pouco máis de 150 anos. Foi illado por vez primeira en 1825 polo químico danés Hans Christian **Ørsted** (1777-1851).

O símbolo que se lle deu foi *Al*.



### Galio (Ga)

O nome deste elemento deriva da patria do seu descubridor. Foi o químico francés Lecoq **de Boisbaudran** (1838-1912) quen o descubriu hai pouco máis de 100 anos, e chamoulle *gallia* (Francia en latín). **Boisbaudran** non lle puxo este nome de modo altruísta, senón para inmortalizarse. De feito *le coq* (“o galo”) foi a mascota de Francia ao longo de toda a historia.



Ao novo elemento púxoselle por símbolo *Ga*.



### Indio (In)

A orixe do nome deste elemento metálico é consecuencia da súa coloración, e en particular das súas propiedades espectroscópicas. Cando se someteu unha mostra do elemento á chama, observouse como esta adquiría unha coloración índigo (añil).

Esta propiedade foi a causa do seu actual nome, o *indio*.

Índigo deriva do latín *indicum*, que procede do grego *indicon*, e fai alusión a que o pigmento índigo, xa coñecido dende a máis remota antigüidade, procedía da India.

O símbolo do *indio* non podía ser *I*, pois xa estaba adxudicado ao *iodo*, e púxoselle *In*.

## Talio (Tl)

A orixe do nome deste elemento fai referencia de novo á súa coloración. Prové do latín *thallus*, que deriva do grego *thallos* (“vástago” ou “retoño verde”). Este nome foille posto porque cando o químico inglés Sir William **Crookes** (1832-1919) observou este metal á luz da chama, viu unha liña verde brillante, que desapareceu rapidamente. Esa cor lembroulle a coloración verde da vexetación na primavera. De *thallus* derivou a *thallium* e logo a *talio*.

O *talio* tomou como símbolo as letras *Tl*, dado que *Ta* era o do *tántalo* e *Th* o do *torio*.



## Escandio (Sc)

O seu nome é de procedencia xeográfica. O elemento de número atómico 21 foi postulado teoricamente por **Mendeleev** no ano 1869 co nome de *eka-boro*, pero ata 1879 o sueco Lars Fredrick **Nilson** (1840-1899) non o identificou. **Nilson** chamoulle *escandio* en loanza do seu lugar de orixe, Escandinavia, e porque o mineral no que o atopou, a euxenita, soamente se atopaba por aquela época na península escandinava.

O seu símbolo é *Sc*.



## Itrio (Y)

A orixe do nome deste elemento é, de novo, de procedencia xeográfica e fai referencia á vila sueca de Ytterby. Cando no ano 1794 Johan **Gadolin** (1760-1852), discípulo de **Bergmann**, estudaba un mineral dunha canteira de Ytterby (aldea próxima a Estocolmo) logo chamado gadolinita, descubriu un óxido novo ao que lle chamou *yttria*. O novo elemento químico obtido deste óxido foi chamado *yttrium*.

O símbolo do elemento é a inicial do seu nome en inglés: *Y*.



## Grupo 14. Elementos carbonóideos

Os elementos do grupo 14 deben o seu nome ao elemento cabeza do grupo, o *carbono*. Houbo intentos de darlles outro nome, *merlidos* (“orixe escura”) e o mesmo Karl Remigius **Fresenius** (1818-1897), propuxo nomealos *tetrelos*, facendo referencia á valencia do grupo. Ningún deles tivo éxito.

### Carbono (C)

Elemento prequímico, coñecido polo ser humano dende a máis remota antigüidade. Deriva o seu nome do grego *carbonis*, que pasou a *carbon* en latín, e así se mantivo durante moitos séculos. O seu nome actual deriva do feito experimental comprobado por **Lavoisier** de que o carbón, o grafito e o diamante eran o mesmo elemento químico. Chamou a tal elemento *carbono*, para diferencialo do carbón.

Por ser un elemento coñecido dende tempos prehistóricos o seu símbolo pasou a ser *C*.



### Silicio (Si)

O sílex ou pedernal é un mineral coñecido e utilizado dende a prehistoria polo Homo Habilis. Neste material atopou **Berzelius** un novo elemento químico ao que lle chamou *silicon*, en latín. Este nome deriva de sílex e leva o sufixo -on para indicar que ten certa semellanza co carbón.

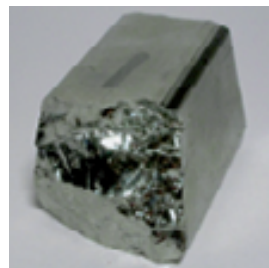
O símbolo do *silicio* non podía ser *S* porque pertencía xa ao *xofre* e púxoselle *Si*.



### Xermanio (Ge)

O nome do *xermanio* deriva de *Germania*, que é o nome en latín de Alemaña, o país de orixe do seu descubridor. O *xermanio* foi postulado teoricamente por **Mendeleev** co nome de *eka-silicio*, mais foi necesario que pasaran 15 anos para que se confirmase a súa predición co seu descubrimento. Clemens Alexander **Winkler** (1863-1904) atopouna nunha mostra dun mineral chamado arxirodita ( $4Ag_2S \cdot GeS_2$ ).

O símbolo deste elemento é *Ge*.



### Estaño (Sn)

O nome deste elemento é de orixe incerta e variou nas distintas culturas ao longo da historia. Coñecido dende a prehistoria, no *Libro dos Números* hebreo chámasele *bedil*. En xermánico chamábanlle *tina* (“bastoncillo brillante”), probablemente facendo referencia ao aspecto que ten a súa aliaxe co *chumbo*. Os romanos non diferenciaban entre o estaño e o chumbo: chamaban ao *estaño* *plumbum album* (*chumbo* branco) e ao *chumbo* *plumbum nigrum* (*chumbo* negro), pola cor. Non obstante, usaban a palabra *stannum* para facer referencia a unha aliaxe de *prata* e *estaño*. Ata o século VII non se utilizou por vez primeira *stannum* para denominar o *estaño*. *Stannum* deriva de *stagnum*, procedente á súa vez do indoeuropeo *stag* (“o que gotea”), facendo referencia á facilidade con que este metal se funde.

En grego este metal chámase *kassiteros*, nome que provén do nome do seu principal minerais, a casiterita ( $SnO_2$ ). Os gregos importaban a casiterita dende as *Kasseterides*, as Illas do Oeste. A localización





destas illas é incerta, pero á maioría dos historiadores localízanas nas Illas Británicas ou ben nas Illas Cíes galegas.

O símbolo deste antigo elemento metálico non podía ser *S*, pois era o do *xofre*, e púxoselle *Sn*.

## Chumbo (Pb)

De novo este metal clásico ten un nome con orixe incerta. O *chumbo* era coñecido e empregado polo ser humano dende os tempos da antiga civilización caldea. Os exipcios e os gregos foron os seus difusores, pero ao pobo romano correspóndelle a gloria do seu espallamento e da súa masiva utilización. Estes chamáronlle *plumbum nigrum* para diferencialo do *plumbum album* (o *Sn*). O nome *plumbum* está relacionado co termo grego *molybdos*, o seu mineario. A maioría dos lingüistas pensan que o latín *plumbum* e o grego *molybdos* veñen dunha mesma antiga lingua común, o mesmo que as xeorxianas *prpeni* (chumbo) e *brpeni* (estaño) e a vasca *beruna*. O idioma orixinal podería ser o indoxermánico, o semítico ou algunha lingua prehelénica da rexión do mar Exeo.

Os escandinavos e xermánicos chamaban a este elemento *bly* ou *blei*, termos orixinarios do indoeuropeo *bhley* (“que brilla”). Os ingleses chámanlle *lead*, probablemente relacionado co noruegués *lodd* ou co xermánico *lot*. Algúns lingüistas pensan que vén do irlandés *luaide*, de orixe incerta, mentres outros apostan pola posibilidade de que proveña do celta *loud* o do sánscrito *loka*, que fan referencia á cor vermella do óxido de *chumbo*.

O noso nome para este elemento, *chumbo*, deriva de *plumbum*, a súa denominación latina.

O símbolo para este elemento, seguindo as ideas de **Berzelius**, deriva do seu nome latino, e como non podía ser *P*, que correspondía xa ao *fósforo*, púxoselle *Pb*.



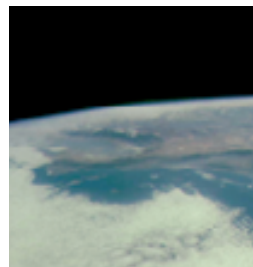
## Grupo 15. Elementos nitroxenoideos

Os elementos do chamado grupo 15 son consecuencia da enorme importancia histórica do elemento cabeza do grupo, o *nitróxeno*. Houbo tamén intentos de chamalos co nome peculiar de *pnicóxenos*, mesmo **Fresenius** propuxo chamarlles *pentelos* pola valencia do grupo, pero o cambio de nome non prosperou.

### Nitróxeno (N)

O descubridor deste elemento foi o estudante de medicina **Daniel Rutherford** (1749-1819), quen deu a noticia do seu descubrimento na disertación *Disseratio inauguralis de aere fixo dicto, aut mephítico*, publicada o 12 de setembro de 1772. Non obstante, o nome é da autoría de **Chaptal**. Chamou a este elemento *nitróxeno*, unha composición das palabras gregas *nítron* e *gen*, e que vén significar “xerador de nitro”, debido á súa presenza no *nitro*, nome co que se coñecía o  $\text{KNO}_3$  na Alta Idade Media. Na fotografía podemos contemplar unha vista da atmosfera terrestre, composta nun 78% aproximadamente de *nitróxeno*.

O símbolo que se lle deu foi a súa inicial, *N*.



### Fósforo (P)

En 1669, o mercader alemán e alquimista afeccionado **Henning Brand** (1630-1710) foi o primeiro en obter o *fósforo* elemental. Estaba



quentando urina concentrada evitando a entrada de aire. Observou sorprendido como no fondo do recipiente quedaba un residuo branco que ardía con facilidade dando lugar a un fume negro. A propiedade máis interesante desta substancia era que se iluminaba na escuridade, de modo que **Brand** era quen de ler os vellos libros de alquimia baixo a súa luz. O seu descubrimento foi inmortalizado na pintura de **Joseph Wright of Derby** (1734-1797) *The Discovery of Phosphorus* (na fotografía).



O seu nome deriva do grego *phosphero*, que significa “portador de luz”. De *phosphero* pasou ao latín como *phosphorus*. Este nome foille tamén dado ao planeta Venus (este planeta vese pola mañá moi cedo, cun fulgor que resplandece na noite). Do nome latino derivou a *fósforo*. O seu símbolo é a inicial de *phosphorus*, *P*.

### Arsénico (As)

Este elemento é coñecido dende a antigüidade polos chineses, gregos e romanos. Estas civilizacións sabían que o *cobre* se facía máis duro e forte cando contiña algo de *arsénico*. Atopáronse utensilios con 4.000 anos de antigüidade feitos de *cobre*, cun 4% de *arsénico*. Foron os gregos os que chamaron ao seu minerais (o ouropimente,  $\text{As}_2\text{S}_3$ ) *arsenikÿn*, do que deriva o seu nome moderno. *Arsenikÿn* deriva do termo árabe *al-zarnikh*, que vén do persa *zarnik* (“cor dourada”), e que fai referencia á cor do ouropimente. Cómpre notar que na civilización exipcia o ouropimente era empregado para maquillar a cara dos homes



importantes. Os gregos transformaron esta palabra en *arsenikÿn*, que ten un son moi similar a *arrènikÿn* (“masculino”), derivado de *arrèn ou arsèn* (“home”). Debido a esta coincidencia, nos tempos alquímicos relacionouse este mineral coa masculinidade.

Albertus **Magnus** (1193-1280) foi o primeiro en facer notar que o ouro pimente contiña unha substancia metálica. No seu libro *De Mineralibus* describiu a obtención do metal por quecemento do ouro pimente con xabón.

O símbolo deste elemento está constituído pola súa inicial e unha consoante As.

## Antimonio (Sb)

A orixe do nome deste elemento é incerta, pero está relacionada co seu mineral de procedencia, a estibina ( $Sb_3S_2$ ). Os gregos chamábanlle *anthonium*, que probablemente deriva do árabe *al ithmid* (“máscara”), nome co que se coñecía o mineral empregado polas mulleres exipcias para escurecer as súas cellas. Coñécense vasos caldeos, con 6.000 anos de antigüidade, nos que está presente este composto. En latín chamóuselle *stibium* (“marca”), de novo facendo referencia á utilidade embebecedora do seu mineral de procedencia. O nome actual deste elemento, *antimonium*, é da autoría do alquimista sevillano do século VIII, Abu Musa Yabir al-Sufi, máis coñecido como Yabir ou **Geber** (721-815). Foi el o que latinizou a palabra árabe *al-ithmīd*, que, pola súa parte, era unha arabización do termo latino *stibium*. Resumindo, *antimonium* é a forma latina dunha arabización do termo latino *stibium*.

O descubridor do *antimonio* pasa por ser o monxe bieito e alquimista Basilius **Valentinus** (1565-1624). En 1604 **Valentinus** escribiu un libro monográfico sobre o *antimonio* titulado *Triumph-Wagen des Antimoni*. A portada do libro (na figura) mostra o *mercurio*, o *antimonio* e outros arquetipos alquímicos montados sobre un carro mentres un anxo os observa dende o ceo, nunha imaxe cargada de simboloxía. Para moitos alquimistas, especialmente para Isaac **Newton** (1643-1727), o metal *antimonio* era moito máis poderoso que o *mercurio* nos procesos de transformación alquímica. Estaban fascinados pola propiedade que tiña de formar estrelas cristalinas baixo certas condicións experimentais. Para os alquimistas, isto simbolizaba a *quintaesencia* da materia.

O símbolo para este elemento deriva da súa antiga denominación latina, *stibium*. Como a primeira inicial xa se empregara para o *xofre*, utilizouse *Sb*.

## Bismuto (Bi)

A orixe do nome deste elemento aínda non é clara, aínda que parece que deriva do alemán *weisse masse* ou *weiss muth* (“materia branca”), que fai referencia á súa propiedade de aparecer baixo a forma dunha masa branca. Podería tamén derivar da frase: “*Mutmysort in den Wiesen*”, que fai referencia ao lugar dunha concesión para unha explotación mineira nas praderías. Acoplado sería *wiese* (“campo”), *muten* (“dereito”). Parece admitirse hoxe que o termo actual é derivado de *bisemutum*, latinización de *wissmuth*, *wismut* ou *wissmat* feita por Georgius **Agricola** (1494-1555).

O símbolo para este elemento é *Bi*, pois a súa inicial estaba xa adxudicada ao *boro*.





## Grupo 16. Elementos calcóxenos

Os elementos do grupo 16 chámanse calcóxenos (do latín *calx*, “cal”) pola tendencia que teñen a dar calcoxenuros (combinacións cos metais), que é como se amosan formando parte da codia terrestre.

### Osíxeno (O)

Aínda que os seus descubridores foron Carl Wilhelm **Scheele** (1742-1786) e Joseph **Priestley** (1733-1804), o nome deste elemento corresponde á autoría de **Lavoisier**, que o publicou no seu *Traité élémentaire de chimie* de 1789. O xenio francés estudou este elemento e chamoulle *osíxeno*, nome derivado do grego *oksys* (“ácido”) e *gen* (“xerar”), pois para el todos os ácidos contiñan osíxeno. Cómpre indicar que esta denominación é errónea, pois é ben sabido que hai moitos ácidos que non o conteñen. Na fotografía podemos ver unhas vellas bombonas de osíxeno abandonadas no traxecto de ascenso ao Everest.

O símbolo que lle corresponde é *O*.



### Xofre (S)

Como a maioría dos elementos prequímicos, a orixe do nome deste elemento é incerta.

Os termos xermano e escandinavo para denominalo, *swefel* e *svovel*, parecen proceder do indoeuropeo *suelphlos* que é un derivado de *swel* (“o que arde con lentitude”). Outra teoría di que o termo latino *sulphur* deriva do termo sánscrito *sulvere* (“o enemigo do *cobre*”). Aínda que todo son conxecturas, parece difícil separar a orixe destas palabras da latina *sulphur*. No tempo dos alquimistas, considerouse que tanto o *mercurio* coma o *xofre* eran “elementos principio”, de xeito que os metais nobres podían considerarse como unha conxunción destes dous elementos ou principios. É dicir, canto máis *xofre* (e polo tanto menos *mercurio*) tiña o metal, menos nobre era. O seu nome actual deriva do latín *sulphur*.

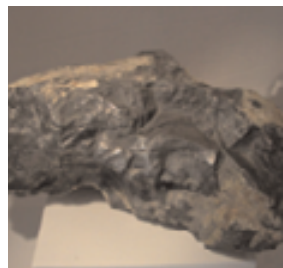
O símbolo do *xofre* é a primeira letra do seu nome latino: *S*.



### Selenio (Se)

A orixe do nome deste elemento ten que ver coa relación existente entre os corpos celestes, neste caso coa que ten a Terra co seu satélite, a Lúa. Cando **Berzelius** e o seu colega Johann Gottlieb **Gahn** obtiveron o selenio por primeira vez en 1817, confundírono co *telurio* e só un ano máis tarde se decataron de que era un elemento xenuíno, con  $Z=34$ . Dado que o nome do *telurio* facía referencia ao noso planeta, a Terra, decidiron que o novo elemento fixera referencia ao noso satélite, a Lúa. Así chamóuselle *selenio*, nome derivado do termo grego que define a Lúa, *Selene*.

O símbolo químico para este elemento non podía ser *S*, pois xa pertencía ao *xofre*, e púxoselle *Se*.



### Telurio (Te)

A orixe do nome deste elemento ten que ver coa necesidade de eternizar o noso planeta ao incluílo no Sistema Periódico. O telurio foi descuberto nun minerais de ouro procedente de Transilvania, que se pensaba que contiña *antimonio*. Este mineral foi analizado en 1782 por Franz Joseph **Müller** Freiherr von Reichenstein (1742-1825), inspector xefe de minas en Transilvania. **Müller** concluíu que

o mineral non contiña *antimonio*, pero si *bismuto*. Un ano despois rectificou e dixo que o mineral contiña ouro e outro metal descoñecido, pero non foi quen de illalo. Na súa impotencia chamoulle *aurum paradoxium* ou *metallum problematicum*. Doce anos despois, no 1795, **Müller** envioulle unha mostra do mineral a Martin Heinrich **Klaproth**, que confirmou a existencia do novo elemento e deulle o nome de *tellurium*, derivado do nome latino da nosa Terra, *Tellus*.

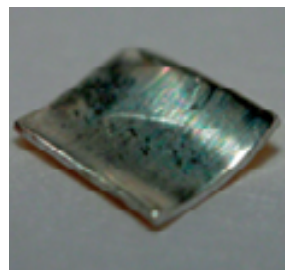
O seu símbolo químico é *Te*.



### Polonio (Po)

En 1898 Pierre e Marie **Curie** investigaron un mineral procedente de Bohemia que contiña un 75% de uranio. En seguida notaron que posuía unha maior radioactividade que o *uranio* só. En xullo de 1898 fixeron unha análise completa do mineral e conseguiron separar dúas fraccións de alta radioactividade. Dunha delas illaron un produto cunha radioactividade 400 veces maior que a do *uranio*, feito que atribuíron á presenza dun sal dun elemento descoñecido. Os **Curie** chamaron ao novo elemento *polonio* en honra do país natal da descubridora, Marie.

O símbolo do novo elemento, ao non poder ser *P* porque xa era o do *fósforo*, pasou a ser *Po*.



## Grupo 17. Elementos halóxenos

Aínda que os derivados máis comúns dos halóxenos, os haluros, son coñecidos polo ser humano dende a antigüidade (o termo salario deriva do antigo costume de pagar en sal común, NaCl, polo traballo realizado), estes elementos coñécense dende hai menos de 200 anos.

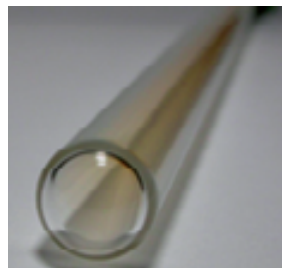
O termo halóxeno, que deriva do grego *halo* (“sal”) e *gen* (“xerador”), foi introducido sobre 1810 para describir as propiedades do *cloro*, único dos halóxenos coñecidos nese tempo. Cómpre indicar que todos os elementos deste grupo teñen en inglés como sufixo *-ine*, para dar conta da súa procedencia salina (*chlorine, iodine*), mais os seus sales usan o sufixo *-ide* (*fluoride, bromide*). Digamos finalmente que o nome da maioría dos halóxenos deriva dalgunha das súas propiedades físicas.

### Flúor (F)

O seu nome deriva dun dos seus minerarios, o espatoflúor (CaF<sub>2</sub>), coñecido dende hai moito tempo. O farmacéutico sueco Carl Wilhelm **Scheele** iniciou, en 1771, unha investigación sistemática para illar o elemento descoñecido do espatoflúor. Foi el quen preparou por vez primeira o HF, e chamoulle *Flußspatsäure* (“ácido do espatoflúor”, “ácido fluorhídrico”). Seguírono nestas investigacións sobre HF outros científicos, incluídos André **Ampère** (1775-1836), **Davy**, **Gay-Lussac**, **Lavoisier** e **Thénard**. Moitos químicos perderon a vida, outros gozaron ben pouco dela e os máis padeceron grandes sufrimentos como resultado dos seus intentos de illar o elemento. O *flúor* foi illado finalmente en 1886 por Ferdinand Frédéric Henri **Moissan** (1852-1907) despois de 74 anos de esforzo continuado.

André **Ampère** suxeriu para el o nome de *phor* (“destrutivo” en grego), polas súas propiedades asesinas ben coñecidas. Pero **Davy** non estivo de acordo con este nome, e propuxo o de *flúor*, derivado do latín *fluere* (“o que fai fluír”). Este nome xa fora utilizado anteriormente para facer referencia a un dos minerarios do *flúor*, o espatoflúor (CaF<sub>2</sub>). O espatoflúor foi moi utilizado (e aínda se utiliza hoxe) coma fundente en moitos procesos pirometalúrxicos. Era “o disolvente dos minerarios”. Georgius **Agricola** (1494-1555) foi o primeiro en describir as propiedades deste mineral na obtención de metais dos seus minerarios no seu libro *De re metallica*, e chamoulle *fluor lapis* (“pedra fluída”).

O seu símbolo é *F*.



### Cloro (Cl)

O *cloro* foi descuberto en 1774 por **Scheele**, quen o obtivo ao quantar a pirolusita (MnO<sub>2</sub>) en presenza de cloruro de hidróxeno (HCl). O nome deste elemento deriva do grego *khloros* (“amarelo verdoso”). Aínda que foi **Scheele** o seu descubridor, o nome foille posto por **Davy**, aludindo á cor característica deste gas de olor sufocante.

O seu símbolo non podía ser *C* e pasou a ser *Cl*.



### Bromo (Br)

Antoine Jérôme **Balard** (1802-1876), descubridor deste elemento, chamoulle *muride*, termo derivado do latín *muria* (“salmoira”). Posteriormente unha comisión de científicos franceses cambioulle o nome polo de *brome*, derivado de *bromos*, palabra grega que significa “fedor” para facer referencia ao seu irritante e forte olor. *Bromo* foi o nome que perdeu. Este elemento é outro dos contados casos onde non se respectou a decisión do descubridor ao darlle un nome.

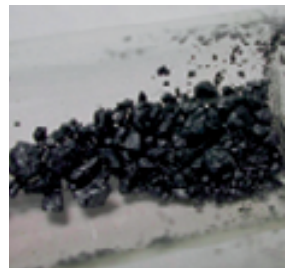


O símbolo dado a este elemento non podía ser *B* porque pertencía xa ao *boro*, e pasou a ser *Br*.

### Iodo (I)

O nome do *iodo* é consecuencia do seu aspecto físico. Foi Bernard **Courtois** (1777-1838) quen o illou por vez primeira en 1811. O nome do elemento provén do termo grego *ioeides* (“de cor violeta”) e fai referencia á súa coloración, pois trátase dun sólido escamudo violeta brillante. Este nome foi aceptado ata hoxe.

O símbolo do *iodo* é *I*.



### Astato (At)

Dale R. **Corson** (1914-), Kenneth R. **Mackenzie** (1912-2002), e Emilio **Segrè** (na fotografía), sintetizaron en 1940 o isótopo  $^{211}\text{At}$  ao bombardear átomos de *bismuto* con partículas alfa.

O nome do *astato* obedece á enorme inestabilidade que presentan todos os seus isótopos coñecidos. Así, cando os tres científicos identificaron a súa presenza, chamáronlle *astatine*, derivado de *astatos*, palabra grega que significa “inestable”. É un elemento radioactivo, que se desintegra con moita rapidez. A súa abundancia é duns poucos miligramos por  $\text{Km}^2$  de superficie da codia terrestre. Neste caso o sufixo inglés *-ine* non fai referencia á súa natureza, senón ao feito de ser un elemento do grupo dos halóxenos.

O seu símbolo é *At*.



## Grupo 18. Gases nobres

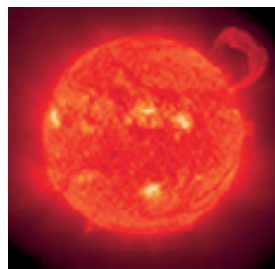
Os elementos deste grupo foron nomeados por moito tempo “gases inertes”, pero dende que no ano 1962 o químico americano de orixe inglesa Neil **Bartlett** (1932-) amosou a súa reactividade, demostrouse o incorrecto que era a súa clásica denominación. Chamámoslles gases nobres para indicar a súa dificultade en reaccionar con calquera outro elemento químico, e rexeitamos chamarlles inertes porque simplemente non o son.

Outra peculiaridade dos gases nobres é que o nome de todos eles, agás o *helio*, rematan en *-on*. Esta peculiaridade axúdanos a identificalos no seu grupo, como acontecía cos halóxenos. Cómpre ter en conta que esta afirmación, válida na nosa lingua, non serve na lingua inglesa, pois en inglés hai elementos que rematan en *-on* e que non son gases nobres, coma é o caso do *carbon*, *boron* ou mesmo *silicon*.

### Helio (He)

En 1868, o astrónomo inglés Sir Norman **Lockyer** (1836-1920) observou unha liña amarela no espectro solar que non se correspondía con ningunha das xa coñecidas. **Lockyer** pensou que esta nova liña estaba causada por un elemento que existía no Sol e que era aínda descoñecido na Terra. Xunto co químico Sir Edward **Frankland** (1825-1899) propuxo chamarlle *helium*, derivado do nome do Sol en grego, *Helios*. Non foi ata 1895 cando foi illado na Terra por Sir William **Ramsay** (1852-1916) dun mineral chamado clevita. Foi tamén descuberto polos suecos Theodor **Cleve** (1804-1905) e Nils **Langlet** (1868-1936) practicamente ao mesmo tempo e de forma independente.

O símbolo do *helio* non podía ser *H* e pasou a ser *He*.



### Neon (Ne)

Non foi o *neon* un elemento doado de identificar dado que se obtén da destilación fraccionada do aire líquido, logo de separar o *argon* e o *cripton*. Cando se destilou coidadosamente o *argon* apareceu un novo gas que recibiu o nome grego *neos*, que significa “novo”. Logo derivou en *neon*. Na fotografía da dereita podemos ver unha escena habitual nas nosas vidas: a vista nocturna dunha estrada comercial dunha cidade calquera, coas súas características “luces de neon”. Os aparatos que xeran a luz son uns “tubos fluorescentes” cheos dalgún gas nobre (non necesariamente *neon*) ou dunha mestura deles, que se caracterizan por ter unha longa duración e un baixo consumo eléctrico. Para obter unha ampla gama de cores combínanse distintas mesturas de gases nobres e distintas cores de vidros para os tubos de descarga. Así temos:

- Vermello alaraxando: gas *neon* en tubo incoloro.
- Vermello: gas *neon* en tubo vermello.
- Rosa branco: gas *helio* en tubo incoloro.
- Amarelo: gas *helio* en tubo amarelo.
- Azul branco: gas *argon* en tubo incoloro.
- Branco: gas *argon* en tubo branco (aínda se utiliza no interior dalgúns casas, oficinas ou centros comerciais).



- Azul pálido: gases *argon*, *neon* e vapor de *Hg* en tubo incoloro.
- Azul: gases *helio*, *neon* e vapor de *Hg* en tubo incoloro.
- Verde: gases *helio*, *neon* e vapor de *Hg* en tubo verde.

O símbolo do *neon* non podía ser *N*, símbolo do **nitróxeno**, e pasou a ser *Ne*.

## Argon (Ar)

Cando se descubriu e se estudou o seu comportamento químico, déronlle o nome grego de ***a-ergon*** (“inactivo”), que logo derivou en *argon*. Na fotografía da dereita podemos ver unha lámpada das que se poden encontrar en todas as nosas casas. O seu interior, onde se atopan os filamentos de volframio, está cheo de *argon*.

O símbolo para *argon* non podía ser *A*, xa que esta é unha letra moi utilizada que incluso funciona como artigo nalgunhas linguas, polo que se simbolizou mediante *Ar*.



## Cripton (Kr)

De novo estamos diante doutro elemento obtido no proceso de destilacións sucesivas do aire líquido e dos seus compoñentes. Despois do descubrimento do *argon*, Sir William **Ramsay** (na fotografía) asistido polo seu axudante, Morris William **Travers** (1872-1961), continuou na procura de novos gases nobres. Os dous científicos conseguiron destilar en 1898 un novo gas do aire. Chamáronlle ***cripton***, derivado do grego ***kriptos*** (“oculto” ou “secreto”), dando así conta de que, cando se separaban do aire  $O_2$ ,  $N_2$  e *Ar*, aínda permanecía oculto outro gas. Na fotografía podemos ver unhas lámpadas de alta luminosidade, cheas de gas *cripton*.

O símbolo deste gas nobre non podía ser a súa inicial *K*, porque xa lle pertencía ao *potasio*, e pasou a ser *Kr*.



## Xenon (Xe)

Cando **Ramsay** e **Travers** descubriron este elemento chamáronlle ***xenos*** (do grego, “raro”). Foi o último dos gases nobres atopados da destilación fraccionada do aire, logo de *Ar*, *Kr*. Leva o sufixo *-on* coma todos os gases nobres. Na fotografía podemos ver unha cabina de luz UV usada para broncear a pel. A luz xerada por estes aparellos son uns “tubos fluorescentes” cheos de *xenon*.

O seu símbolo é *Xe*.

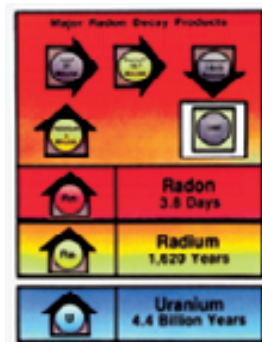


## Radon (Rn)

É outro dos elementos descubertos polos **Curie**. Moi poucos son os elementos químicos do Sistema Periódico que teñen como orixe do seu nome outro elemento químico. Explicamos xa como *molibdeno* deriva do grego ***molybdos*** (*chumbo*), tamén vimos como *platino* deriva do termo español ***platina*** (*prata* pequena), éste tamén é o caso do *radon*. Este gas nobre ten a súa orixe na descomposición radioactiva do *radio* (ver figura da dereita). O altamente radioactivo gas *radon* é a segunda causa de morte por cancro de pulmón despois do tabaco. O gas xérase no interior da codia terrestre e libérase na atmosfera a través de fisuras ou fendas nela. Se existe un centro habitado na súa traxectoria ascendente

cara á atmosfera, as xentes que viven alí estarán expostas de forma continuada a este gas, cos seus correspondentes riscos. De feito, existen moitas empresas que se dedican a vender detectores de *radon* para fogares. Existen zonas da Terra cunha alta concentración de radon e, polo tanto, cun alto risco, como por exemplo a rexión dos Dolomitas, no norte de Italia.

O seu símbolo químico é *Rn*.





## Grupo dos lantánidos

Os elementos metálicos deste grupo deben o seu nome a Victor Moritz **Goldschmidt** (1888-1947), quen se decatou da forte semellanza no comportamento físico e químico dos elementos situados despois do *lantano* no Sistema Periódico. Trátase de 14 elementos metálicos, dende o *lantano* ata o *lutecio*, moi semellantes en todo, incluso na súa aparición conxunta na natureza, razón pola que nos séculos XVIII e XIX lles chamaban “*terras*”.

Pronunciámonos polo nome de grupo como lantánidos e rexeitamos o nome de *terras raras* con que aparece nos libros de texto máis clásicos pois, se ben aparecen como terras na codia terrestre, non son raros (a súa abundancia no planeta é media entre os elementos químicos) senón mesmo máis abondosos que outros metais moi ben coñecidos como *mercurio*, *chumbo*, *cobre*, *prata*, etc.

Estes elementos metálicos caracterízanse dende o punto de vista configuracional, por presentaren os seus electróns externos nos orbitais *f* e *s*. Todos teñen tendencia a se estabilizaren na natureza como ións trivalentes:  $M^{3+}$ . Por mor disto e da contracción lantánida (que determina que o tamaño de todos estes átomos e os seus correspondentes ións sexan máis parecidos), resulta que a razón *carga atómica* ( $Z$ ) / *radio iónico* ( $r$ ) é moi semellante en todos eles. Tal feito será o determinante na súa presentación conxunta como óxidos na codia terrestre e a dificultade da súa separación e obtención como metais puros.

### Lantano (La)

O *lantano* foi descuberto en 1838 por Carl Gustav **Mosander** (1797-1858) mentres preparaba por encargo unha mostra de sulfuro de *cerio*. Dende 1832, **Mosander** era o profesor de química e mineraloxía no Instituto Carolina de Estocolmo, posto no que sucedeu o gran **Berzelius**. De feito, o nome do novo elemento foi idea do propio **Berzelius**. Propúxolle que lle chamara *lantana* (por *lanthana*, pois errou ao traducir do grego), palabra derivada do grego *lanthano* (“o que permanece agachado”), á nova terra que **Mosander** atopara na cerita. O *lantano* obtívose, pois, da lantana, óxido que estaba contido na cerita. O *lantano* estaba agachado, oculto neste mineral.



O elemento pasou a chamarse *lantano*, e como símbolo escolleuse *La*.

### Cerio (Ce)

En 1803, Vilhelm **Hisinger** (1766-1852) e **Berzelius** comezaron a investigar unha mostra dun mineral chamado “rocha pesada de Bastnäs (Suecia)” coa esperanza de atopar a *yttria*, a nova terra descuberta seis anos antes por Johan **Gadolin**. Despois dun traballo moi laborioso, separaron unha terra semellante á *yttria*, aínda que non exactamente igual. Chamaron á nova terra *ceria* (agora chámase cerita) en honor de Ceres, o primeiro asteroide coñecido, descuberto dous anos antes por Giuseppe **Piazza** (1746-1826). Outra interpretación sobre a orixe do nome é que faga referencia a Ceres, a deusa romana da agricultura. Tamén en 1803, **Klaproth** descubriu unha nova terra á que chamou *ochroite*, e que resultou ser cerita. Presentou os seus resultados na mesma revista alemana, *Neues Allgemeines Journal der Chemie*, na que pouco tempo antes publicaran os seus descubrimento **Berzelius** e **Hisinger**. Foi **Mosander** quen illou o *cerio* da cerita en 1839.

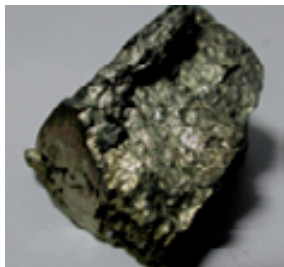


O símbolo do elemento *cerio* non podía ser *C*, símbolo do **carbono**, e pasou a ser *Ce*.

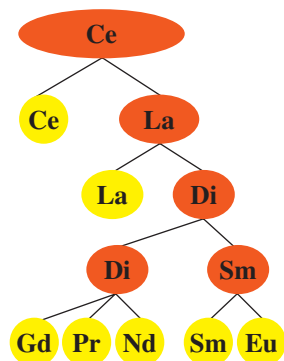


## Praseodímio (Pr)

Despois do descubrimento do *lantano* na cerita, **Mosander** non quedou satisfeito, pois estaba convencido de que no mineral existía outro elemento. Co tempo conseguiu separar outra terra á que chamou *didymia*, nome derivado do termo grego *didymos* (“xemelgos”), pois aparecía de forma conxunta coa *lantana*. Dise que **Mosander** escolleu este nome porque tiña catro fillos, todos xemelgos. Anos despois comprobouse que a didimia non era unha terra pura senón que estaba integrada por distintos óxidos metálicos. En 1879, François Lecoq de **Boisbaudran** demostrou que a didimia de **Mosander** era en realidade una mestura de dous óxidos: a didimia e a samaria. En 1885, o químico austríaco Carl Auer von **Welsbach** (1858-1929), despois



da eliminación da samaria, foi quen de separar da didimia dúas terras: a praseodimia, nome composto derivado dos termos gregos, *praseios* (“verde porro”, pola cor do óxido) e *dydymos* (“xemelgo”, polo nome da terra na que se atopou), e a neodimia. Da praseodimia obtívose un metal ao que lle chamaron *praseodímio*. Na figura superior podemos observar un esquema dos diferentes óxidos puros de metais lantánidos (círculos amarelos) descubertos da cerita.



O símbolo para o elemento *praseodímio* non podía ser *P*, polo que se escolleu *Pr*.

## Neodímio(Nd)

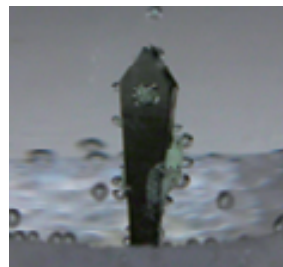
Según **von Welsbach**, a didimia estaba composta polas terras xemelgas praseodimia e neodimia (“nova didimia”). Da terra neodimia, obtívose un metal ao que se lle chamou *neodímio*. Nótese que tanto *praseodímio* coma *neodímio* transforman a raíz grega *didymos* en “dimio”.

O símbolo do *neodímio* non podía ser *N* e pasou a ser *Nd*.



## Promecio (Pm)

Este elemento foi illado en 1945 por (de esquerda a dereita, en primeiro plano na foto de abaixo) Jacob A. **Marinsky** (1918-), Lawrence E. **Glendenin** (1918-) e Charles D. **Coryell** (1912-1971), mentres traballaban no *Proxecto Manhattan* (plan secreto dos americanos para desenvolver a bomba nuclear durante a Segunda Guerra Mundial). Identificaron o isótopo  $^{147}_{61}$  nos coprodutos da fisión do *uranio*. O elemento con  $Z=61$  emitía radiación beta cunha vida media de 3,7 anos. O isótopo máis estable do *promecio* ten unha vida media de 25 anos.



A primeira denominación para este elemento foi a de *prometeo*, titán da mitoloxía grega que lles roubou o lume aos deuses para entregárllelo aos seres humanos e foi castigado por Zeus para toda a eternidade. O elemento chamado hoxe *promecio* foi un dos froitos do lume do forno nuclear, e foi denominado así

para conmemorar a coraxe e o tremendo sufrimento preciso para obter os elementos artificiais. O *promecio* non foi aínda atopado na Terra.

O símbolo para o *promecio* non podía ser *P* e pasou a ser *Pm*.

## Samario (Sm)

O mineralóxico alemán Gustav **Rose** (1798–1873) describiu en 1839 un novo mineral de cor negra e moi semellante á *iterbita* (despois chamada gadolinita), que fora atopado nas montañas Il'menskeye, no sur dos Uraís (Rusia). **Rose** chamoulle *uranotantal*. Sete anos despois, o químico moscovita R. I. **Herman**, redenomino o mineral como *itro-ilmenit*, pois na súa opinión contiña un novo elemento: o *ilmennium*. Pouco despois, Heinrich **Rose** (1795-1864), catedrático de química en Berlín e irmán de Gustav **Rose**, comprobou que o *ilmennium* era en realidade unha mestura de *niobio* e algo aínda non identificado, polo que considerou que os dous nomes propostos anteriormente para nomear o mineral non eran correctos. A mostra estudada por **H. Rose** era un regalo do propio descubridor do mineral, o enxeñeiro de minas ruso Vasiliy Evgrafoviã **Samarskij-Byhovec** (1803-1870), polo que, na súa honra, chamoulle samarsquita.



Pódese dicir, polo tanto, que este elemento perpetúa tamén o nome do descubridor do seu mineral de procedencia, aínda que quen illou por vez primeira o elemento foi, en 1879, François Lecoq de **Boisbaudran**.

O símbolo do samario non podía ser *S* e pasou a ser *Sm*.

## Europio (Eu)

Eugène-Anatole **Demarçay** (1852-1904) probou que o *samarium* descuberto por Lecoq de **Boisbaudran** da samarsquita era en realidade unha mestura do propio *samarium* e un novo elemento ao que lle chamou *europium*. A denominación deste elemento metálico obedece ao desexo de inmortalizar o nome do vello continente: Europa, lugar onde se preparou.

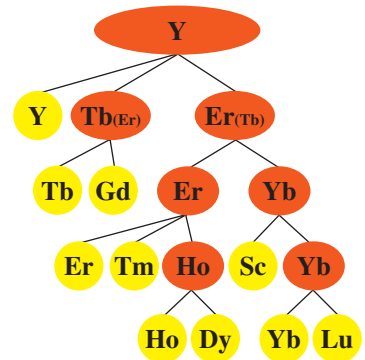
O símbolo para o *europio* é *Eu*.



## Gadolinio (Gd)

O nome deste elemento procede do mineral onde se atopou: a gadolinita. Esta terra foi chamada así en loanza do químico finés Johan **Gadolin** que pasa por ser o pioneiro do descubrimento dos elementos lantánidos.

Recordemos que **Gadolin** descubriu unha nova terra, a *yttria*, da gadolinita, un mineral atopado nas minas de Ytterby (Suecia). Da itria, da que o propio **Gadolin** illou o *itrio*, descubríronse moitos elementos lantánidos, coma o *gadolinio*. Na figura podemos ver un esquema dos diferentes óxidos puros de metais lantánidos (círculos amarelos) descubertos da itria. De gadolinita derivou a *gadolinio*.



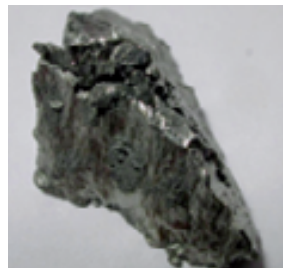
O símbolo para o *gadolinio* é *Gd*.

## Terbio (Tb)

O *terbio* debe o seu nome ao seu óxido de procedencia: a terra chamada *terbia*. Cómpre sinalar que a *yttria*, a terra atopada na gadolinita por Johan **Gadolin**, era en realidade unha terra mixta integrada por tres óxidos metálicos distintos que Gustav **Mosander** illou en 1843, poñéndolles os nomes de *itria*, *erbia* e *terbia*. Todos eses nomes están relacionados co nome dunha pequena aldea sueca cerca de Estocolmo, Ytterby (**ytterby**: *ytt*→*yttria*; *terb*→*terbia*; *erb*→*erbia*).

Nos anos seguintes houbo un pequeno baile de nomes para estas novas terras. Nils Johan **Berlin** (1812-1891) negou a existencia da *erbia* de **Mosander**, polo que cambiou o nome da *terbia* por *erbia*. Posteriormente, en 1878, Marc Abraham **Delafontaine** (1838-1911) probou a existencia da *erbia* de **Mosander**, pero como este nome estaba xa en uso por mor de **Berlin**, tivo que chamala *terbia*. En resumo, a *erbia* de **Berlin** é a antiga *terbia* de **Mosander**, mentres que a *terbia* de **Delafontaine** é a *erbia* descuberta por **Mosander**. Un verdadeiro lío. No esquema da páxina anterior, o nome dado por **Mosander** aparece en pequeno e entre parénteses ao lado do nome que perdurou na historia. Así mesmo, na figura 28 (páxina 37) reflectimos a situación e o nome dos elementos químicos que deben a súa denominación a esta poboación sueca.

O símbolo do elemento *terbio* é *Tb*.



## Disprosio (Dy)

En 1878, Jean Charles Galissard de **Marignac** (1817-1894), catedrático de química na Universidade de Xenebra (Suiza), separou a *erbia* de **Berlin** en dúas novas terras: *erbia* e *iterbia*. A *erbia* de **Marignac** foi examinada por Per Theodor **Cleve** (1804-1905) en 1879, e separada o ano seguinte en tres novas terras: *erbia*, *tulia* e *holmia*. A *holmia* de **Cleve** era por suposto impura, e foi finalmente separada en 1886 por François Lecoq de **Boisbaudran** en dúas novas terras: *holmia* e *disprosia*.

O nome deste elemento deriva da súa terra de procedencia: a *dysprosia*. Pola súa banda, esta debe o seu nome ao termo grego *dysprositos* (“difícil de conseguir”), e fai referencia á dificultade de beneficiar este metal a partir do seu minerais. Foi un dos últimos lantánidos que se obtivo.

O símbolo do *disprosio* é *Dy*.



## Holmio (Ho)

A orixe do nome deste elemento rende homenaxe, de novo, a unha cidade sueca. O metal obtívose dunha terra chamada *holmia*, e *Holmia* é o nome latino da capital sueca, Estocolmo. A raíz *holm* de *Holmia* significa “illas”: a cidade está construída sobre moitas illas.

O símbolo para o *holmio* é *Ho*.



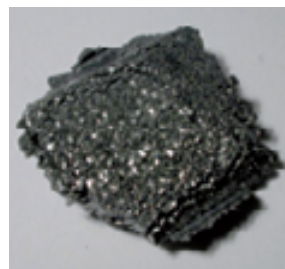
## Erbio (Er)

Indicamos xa que a orixe do nome deste elemento está relacionada co da aldea mineira de Ytterby (ver *terbio*). Diciamos tamén que a terra chamada *yttria* era en realidade unha mestura de tres óxidos. A un deles chamáronlle *erbia*. Tras moitas separacións e purificacións, da *erbia* illada por **Cleve** illouse o metal *erbio* (ver esquema páxina 74).

O símbolo químico para o *erbio* é *Er*.

## Tulio (Tm)

A orixe do nome do elemento con  $Z=69$  deriva do desexo de inmortalizar un país. O *tulio* descubriuse na terra chamada *tulia* (ver *disprosio*) que deriva de **Thule**, nome clásico para o país máis setentrional de Europa: Escandinavia. Polo menos isto era o que pensaba Cleve, o descubridor da *tulia*. En realidade **Thule** é o nome que o explorador grego **Pytheas** de Massalia (380-305 a.C) lle deu, no 325 a.C., a unha “illa” que atopou a seis días de viaxe en barco ao norte das illas británicas. Todo parece indicar que a **Thule** de **Pytheas** era a cidade norueguesa de Trondheim.



O símbolo químico para o *tulio* é *Tm*. Ao principio, o símbolo do *tulio* era *Tu*, pero foi cambiado por *Tm*, pois *Tu* era usado tamén como símbolo do *tungsteno* (ver *volframio*). O “m” vén do seu nome en inglés: *thullium*.

## Iterbio (Yb)

O nome deste metal garda relación, outra vez máis, coa localidade sueca de Ytterby.

**De Marignac** separou en 1878 unha terra á que lle chamou, cunha alarmante falta de imaxinación, *iterbia* (ver *disprosio*). A *iterbia* de **de Marignac** foi separada en 1879 polo discípulo de **Berzelius**, **Lars Fredrik Nilson** (1840-1899) en dúas novas terras: *escandia* e *iterbia*. Finalmente, a *iterbia* de **Nilson** foi separada en 1907 por **Georges Urbain** (1872-1938) en dúas novas terras: *iterbia* e *lutecia*. Loxicamente, da terra *iterbia* illouse o metal *iterbio*.

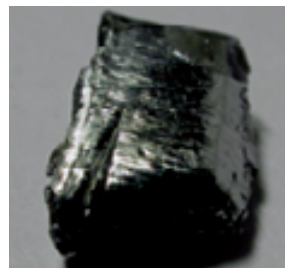


O símbolo para o elemento químico *iterbio* é *Yb*.

## Lutecio (Lu)

A orixe deste nome radica na intención do seu descubridor, **Georges Urbain**, de inmortalizar a súa cidade: París. **Lutecia** é o nome latino de París.

Cómpre indicar que ao mesmo tempo que **Urbain** obtiña o *Lu*, o suízo **Auer von Welsbach** preparou o mesmo metal da mesma terra, e chamoulle *casiopeo* (en loanza da coñecida constelación boreal descuberta por ese tempo). A comisión de nomenclatura da IUPAC decidiu admitir *lutecio* e rexeitar *casiopeo*.



O símbolo do *lutecio* é *Lu*.

## Grupo dos actínidos

A semellanza con canto dixemos dos elementos lantánidos, os metais que están no Sistema Periódico logo do *actinio* amosan propiedades físicas e químicas moi semellantes ás do metal cabeza de grupo. Por esta razón chamóuselle o grupo dos actínidos e está integrado por 14 elementos que van dende o *actinio* ao *laurencio*.

Estes elementos caracterízanse, dende o punto de vista configuracional, por presentaren os seus electróns máis externos nos orbitais *f*, *d* e *s*: a súa configuración é  $5f^x6d^y7s^2$ . Os nomes dalgúns destes elementos puxéronse para lembrar cidades, estados ou persoeiros da Química.

### Actinio (Ac)

O elemento foi descuberto en 1899 por André-Louis **Debiere** (1874-1949, na fotografía). Foi separado da pechblenda e tiña propiedades químicas semellantes ás do torio.

O seu nome ten orixe nas súas propiedades radioactivas, pois deriva do termo grego *aktinos* (“raio”).

O símbolo para o *actinio* son as súas iniciais: *Ac*.



### Torio (Th)

A orixe deste elemento ten que ver coa mitoloxía. No ano 1829, **Berzelius** descubriu un novo elemento metálico nun mineral de cor negra que lle subministrara o reverendo noruegués Hans Morten Thrane **Esmark** (1801-1882). O mineral foi atopado na illa de Løvø, preto de Brevik, Noruega. En lembranza de Thor, deus da guerra na mitoloxía nórdica, chamoulle torita ( $\text{ThSiO}_4$ ) ao mineral e *torio* ao metal que obtivo del.

O símbolo para o elemento está formado polas iniciais do seu nome en inglés: *thorium*.



### Protoactinio (Pa)

A orixe do nome deste elemento de novo ten que ver co seu comportamento radioactivo. O *protoactinio* sofre un proceso de descomposición radioactiva ata chegar ao *actinio*. Por ser o “proxenitor” do *actinio* chamóuselle *protoactinio*, do grego *protos* (“primeiro”, “precedente”).

O primeiro isótopo descuberto do protoactinio foi o  $^{234}\text{Pa}^m$ , produto do decaemento radioactivo do  $^{238}\text{U}$ . O isótopo foi identificado por Kasimir **Fajans** (1887-1975, na fotografía) en 1913. Inicialmente chamoulle *brevium* pola súa curta vida media. O nome actual do elemento débese a Otto **Hahn** (1879-1968), quen descubriu o isótopo  $^{231}\text{Pa}$  en 1918.

O símbolo para o *protoactinio* é *Pa*.



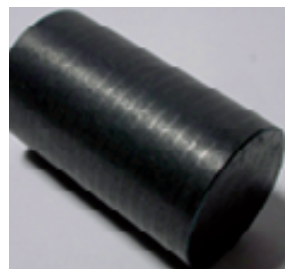
### Uranio (U)

A orixe do nome deste elemento ten que ver cos corpos celestes, en concreto co descubrimento do planeta Urano, e tamén coa mitoloxía grega (o deus Urano era home da deusa Xea). Este metal foi descuberto polo químico alemán Martin **Klaproth**, quen o illou por vez primeira da pechblenda ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ) no



ano 1789. Aínda que ao principio **Klaproth** estivo a piques de chamalle ao novo elemento **klaprothium**, resistiu a tentación megalómana e propuxo finalmente o nome de *uranio*, “ata que non se atopase un nome mellor”, para conmemorar o descubrimento do planeta Urano por Sir William **Herschel** (1738-1822). Non foi ata 1896 cando o científico francés Henri **Becquerel** (1852-1908) descubriu as propiedades radioactivas do *uranio*.

O símbolo que lle deron ao elemento *uranio* foi a súa inicial *U*.



## Neptunio (Np)

Este elemento foi preparado por vez primeira en 1940 por Edwin M. **McMillan** (1907-1991) e Philip H. **Abelson** (1913-2004) en Berkeley (California, EUA) por irradiación de *uranio* con neutróns.

Novamente o nome deste elemento garda relación cos planetas e tamén coa mitoloxía: Neptuno é o deus romano dos mares, e astronomicamente falando, Neptuno é o planeta que está situado despois de Urano no Sistema Solar. Cando se preparou o elemento de  $Z=93$  chamóuselle *neptunio*, pois estaba máis aló do *uranio*, de  $Z=92$ .

Poucos anos antes, en 1934, Enrico **Fermi** e os seus colaboradores Edoardo **Amaldi** (1908-1989), Oscar **D’Agostino** (1901-1975), Emilio **Segrè**, e Franco **Rasetti** (1901-2001), da Universidade de Roma, anunciaron a síntese dos primeiros elementos transuránidos, con  $Z=93$  e  $94$ , por bombardeo de átomos de *uranio* con neutróns (E. Fermi, *Nature* (1933) 133, 898). Os científicos italianos déronlle os nomes de *ausonium* (por *Ausonia*, nome poético de Italia) e *hesperium* (por *Hesperius*, nome que lle daban os antigos gregos a Italia). O goberno fascista de Benito **Mussolini** (1883-1945) fixo presión para que chamasen *littorio* a un deses elementos (por *Littorium*, un símbolo imperial romano rexeitado pola comunidade internacional porque se utilizaba ás veces para referirse ao propio réxime fascista). O reitor da Universidade de Roma, Orso Mario **Corbino** (1876-1937) rexeitou a “suxestión” indicando, de forma sarcástica, que non era afortunado asociar o réxime cun elemento cunha vida media duns poucos segundos.

En 1938 comprobouse que o que **Fermi** fixera sen saber foi o primeiro experimento de fisión nuclear da historia: os dous “novos” elementos eran en realidade *bario* (56) e unha mestura de *cripton* (36) e outros elementos de peso atómico semellante. Foi o inicio da Era Nuclear.

O símbolo do elemento *neptunio* non podía ser *N* (do *nitróxeno*) nin *Ne* (do *neon*), polo que pasou a ser *Np*.



## Plutonio (Pu)

Foi preparado por vez primeira en 1941 por Glenn Theodore **Seaborg** (1912-1999), Edwin M. **McMillan**, Joseph W. **Kennedy** (1916-1957) e Arthur C. **Wahl** (1917-) en Berkeley por bombardeo de átomos de *uranio* con *deuterio* ( $^2\text{H}$ ). O seu descubrimento foi mantido en segredo, xunto co do *neptunio*, ata despois da Segunda Guerra Mundial por motivos de seguridade. O artigo cos detalles experimentais da súa preparación publicouse na prestixiosa revista científica *Journal of the American Chemical Society* en 1948.

A orixe do nome deste elemento é de novo mitolóxica (Plutón é o deus romano das profundidades) e tamén está relacionada coa astronomía. Cando se illou o elemento con  $Z=94$ , acababa de descubrirse o planetóide Plutón (1930), que se encontraba dous lugares detrás do pla-



meta Urano no Sistema Solar. O novo elemento tiña dúas unidades máis ( $Z=94$ ) que o número atómico do elemento *uranio*. Na fotografía podemos ver o “fungo nuclear” orixinado trala explosión da bomba de *plutonio* lanzada polos americanos sobre a cidade xaponesa de Nagasaki, en agosto de 1945, que provocaría a rendición de Xapón ante os aliados e o final da Segunda Guerra Mundial. Durante a Guerra Fría, o *plutonio* foi producido industrialmente polos americanos nas instalacións militares de Hanford (Massachusetts) para usalo en armas nucleares como aquela.

O símbolo escollido para o elemento *plutonio* foi *Pu*, simplemente porque lle gustaba máis a **Seaborg**, o seu descubridor, que *Pl*, o símbolo que lle correspondía segundo as regras IUPAC.

### Americio (Am)

Foi preparado por vez primeira en 1945 por Glenn T. **Seaborg**, Ralph A. **James**, Leon O. **Morgan** e Albert **Ghiorso** (1915-) no Laboratorio de Metalurxia da Universidade de Chicago, por irradiación de *plutonio* con neutróns.

O nome deste elemento pode proceder do desexo dos seus descubridores de immortalizar o seu país de orixe. Cando descubriron este novo elemento, decatáronse da enorme semellanza de comportamento químico que tiña co elemento *europio* e por esta razón e para lembrar o seu país chamáronlle *americio*.

O símbolo polo que se representa é *Am*.



### Curio (Cm)

Co descubrimento do elemento con  $Z=96$  chegou o costume de denominar os elementos químicos con nomes de persoas ilustres da química. Isto traería fatais consecuencias, como logo veremos.

Foi obtido en 1944 por Glenn T. **Seaborg**, Ralph A. **James** e Albert **Ghiorso** mentres traballaban para o Proxecto Manhattan durante a Segunda Guerra Mundial por bombardeo de átomos de *plutonio* con *helio*.

Este elemento foi chamado así para immortalizar o famoso matrimonio **Curie** (na fotografía). A contribución dos **Curie** á historia da ciencia é enorme, pero citaremos unicamente dúas razóns que teñen que ver co desenvolvemento do Sistema Periódico: descubriron a radioactividade natural e achegaron dous elementos químicos (*Po* e *Ra*) ao sistema periódico.

O símbolo deste elemento é *Cm*.



### Berkelio (Bk)

De igual xeito que a vila de Ytterby foi perpetuada no nome de moitos lantánidos, os científicos descubridores dos elementos transuránicos quixeron immortalizar a cidade onde se estaban preparando estes novos elementos: Berkeley (California, EUA). O *berkelio* foi preparado en 1949 por Stanley G. **Thompson**, Albert **Ghiorso** e Glenn T. **Seaborg** en Berkeley por bombardeo de átomos de *americio* con ións *helio*.

O “Ernest Orlando **Lawrence** Berkeley National Laboratory” (ver *laurencio*) ou simplemente “Berkeley Lab”,



institución dependente da Universidade de California, foi, e aínda é, un lugar de referencia na obtención de elementos artificiais. No seu campus universitario fabricouse o primeiro “ciclotrón”, un aparato que permitiría acelerar primeiro partículas subatómicas e despois átomos lixeiros, o suficiente como para incrustalos no núcleo dos átomos pesados e conseguir así átomos cun número atómico máis elevado. Na fotografía podemos ver o campus de Berkeley tal como era en 1940.

O símbolo para o novo elemento non podía ser *B*, nin *Be*, nin *Br* e pasou a ser *Bk*.

## California (Cf)

O *californio* foi preparado en 1950 por Stanley G. **Thompson**, Kenneth **Street, Jr.**, Albert **Ghiorso** e Glenn T. **Seaborg** en Berkeley por bombardeo de átomos de *curio* con ións *helio*.

A orixe do nome deste elemento procede do interese por inmortalizar o estado e a Universidade onde se facían as investigacións sobre os elementos transuránicos. O grupo de **Seaborg** examinou unha longa lista de posibles nomes para o elemento: *lewisium*, *cyclotronium*, *cyclonium*, *euprosium*, *nonactinium*, *enneactinium*, *enactinium*, *lawrencium*, *radlabium*, *praedici-*  
*cium*, *accretium*, *colonium* ou *californium*, pero finalmente decidiron escoller este último. Nun intento de xustificar o nome do elemento, no artigo científico no que anunciaron o súa obtención, escribiron: “...*The best we can do is point out, in recognition of the fact dysprosium is named on the basis of a word meaning ‘difficult to get at’, that the searchers for another element (gold) a century ago found it difficult to get to California...*” [“...O mellor que podemos facer é resaltar, en recoñecemento do feito de que o *disprosio* (o *disprosio*, con  $Z=66$ , é o homólogo químico do *californio*, con  $Z=98$ ) foi chamado así a partir dunha palabra que significa ‘difícil de obter’, as dificultades que tiveron os buscadores doutro elemento (ouro) para chegar a California hai un século...”].

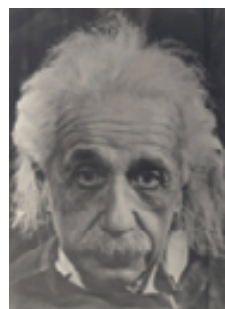
Na fotografía, os catro descubridores do *californio* no despacho de **Seaborg** en Berkeley no 25 aniversario do descubrimento do *californio*. De esquerda a dereita: Kenneth **Street, Jr.**, Stanley G. **Thompson**, Glenn T. **Seaborg** e Albert **Ghiorso**.

O símbolo do californio non podía ser *C*, nin *Ca*, nin *Cl* e pasou a ser *Cf*.

## Einsteinio (Es)

Foi descuberto inesperadamente en novembro de 1952, no transcurso da primeira explosión termonuclear (o chamado “evento Mike”), levada a cabo no Atol Eniwetok no Océano Pacífico. Como consecuencia da súa detección, foi preparado artificialmente en 1953 por Albert **Ghiorso**, Stanley G. **Thompson**, Gary H. **Higgins**, Glenn T. **Seaborg** (do *Radiation Laboratory and Department of Chemistry of the Lawrence Berkeley Laboratory, University of California*), Martin H. **Studier**, P. R. **Fields**, Sherman M. **Fried**, H. **Diamond**, J. F. **Mech**, G. L. **Pyle**, John R. **Huizenga**, A. **Hirsch**, W. M. **Manning** (do *Argonne National Laboratory*), C. I. **Browne**, H. Louise **Smith** e R. W. **Spence** (do *Los Alamos Scientific Laboratory*) por irradiación de *uranio* con neutróns.

O nome do elemento con  $Z=99$  foi nomeado einstenio en lembranza de Albert Einstein. Cando se fixo público o descubrimento deste elemento, en 1955, Albert **Einstein** (1879-1955) aínda non morrera e a CNQI da IUPAC non aceptou o nome porque incumpría unha das súas normas máis antigas. Unha vez morto, a IUPAC acedeu a admitir ese nome como un xeito de recoñecer a súa achega á ciencia en





xeral e, en particular, ao Sistema Periódico. Lembremos que o premio Nobel lle fora concedido pola explicación do efecto fotoeléctrico que permitiu avanzar no coñecemento da estrutura dos átomos.

O símbolo do *einsteinio* pasou a ser *Es*.

### Fermio (Fm)

Este elemento foi descuberto e preparado xunto co *einsteinio*. Ao darlle este nome, **Seaborg** quixo inmortalizar o físico italiano Enrico **Fermi**, o verdadeiro “cerebro” do *Proxecto Manhattan*. **Fermi** foi catedrático de Física Teórica na Universidade de Roma entre 1926 e 1938. Antes de estoupar a Segunda Guerra Mundial emigrou a Estados Unidos, onde foi profesor na Universidade de Columbia (Nova York) entre 1939 e 1942 e despois na Universidade de Chicago dende 1946 ata a súa morte. Entre 1942 e 1946 foi o director científico do *Proxecto Manhattan*, plan secreto dos americanos que tiña como principal obxectivo a obtención da bomba nuclear antes de que o fixesen os nazis. A súa achega á ciencia foi enorme: foi quen de se decatar de que bombardeando átomos pesados con neutróns poderían fisionarse os átomos (ver *neptunio*), ademais preparou numerosísimos isótopos radioactivos. Foi galardoado co Premio Nobel de Física en 1938.



O elemento con  $Z=100$  foi preparado independentemente en 1953 por investigadores do Instituto Nobel de Estocolmo, que propuxeron darlle o nome de *centurium* (Ct), que derivaba do latín *centum* (cien). Debido ao segredo militar existente en investigacións nucleares durante a Guerra Fría, o descubrimento americano tardou uns anos en facerse público (1955). En canto o fixeron, a IUPAC aceptou o nome de *fermio*, rexeitando o proposto polo suecos.

O símbolo para o elemento fermio é *Fm*.

### Mendelevio (Md)

Foi obtido artificialmente por vez primeira en 1955 por bombardeo de átomos de *einsteinio* con ións de *helio* polos investigadores Albert **Ghiorso**, Bernard G. **Harvey**, Gregory R. **Choppin**, Stanley G. **Thompson** e Glenn T. **Seaborg**, en Berkeley.

De novo a intención do nome deste elemento é a de inmortalizar un dos grandes químicos da Historia. Ao elemento con  $Z=101$  chamóuselle *mendelevio* como loanza do químico ruso Dimitri **Mendeleev** (na fotografía). Lembremos que **Mendeleev** non só é o pai da Táboa Periódica, por ser o pioneiro en achegar unha razón para a súa ordenación coherente (o incremento dos seus números atómicos), senón que tamén chegou a predicir teoricamente a existencia dalgúns elementos aínda por descubrir, como por exemplo o *eka-boro* (*Sc*), o *eka-aluminio* (*Ga*) ou o *eka-silicio* (*Ge*).

O símbolo do elemento *mendelevio* é *Md*.



### Nobelio (No)

A noticia do illamento do elemento con  $Z=102$  foi publicada no ano 1957 por un grupo de científicos pertencentes ao *Argonne National Laboratory* (EUA), ao *Harwell Atomic Energy Research Establishment*



(Reino Unido) e ao *Nobel Institute of Physics* (Suecia). Os seus descubridores déronlle o nome de *nobelio* en honor a Alfred **Nobel** (na fotografía).

En realidade, este descubrimento non foi tal, senón máis ben un erro monumental. No ano 1967, os americanos en Berkeley e os rusos en Dubna demostraron conxuntamente a obtención do elemento xa chamado *nobelio*.

Os rusos chamaronlle *joliotio* ao novo elemento 102, preparado por eles, para lembrar á filla de Marie **Curie**, Irene **Curie** (1897-1956) e o seu home, Frederic **Joliot** (1900-1958), que continuaron o traballo iniciado pola gran científica. Lembremos que a contribución dos Joliot-Curie (na fotografía) á Química é enorme, porque foron eles os que abriron as portas do descubrimento dos elementos radioactivos. Poucos científicos contribuíron tanto coma eles ao desenvolvemento do Sistema Periódico. Pero a pesar de seren europeos occidentais eran comunistas, nun país libre e con toda a educación do mundo. Será esa a razón de que non estean no Sistema Periódico? O símbolo que lle deron os rusos a este elemento foi *Jl*.

Actualmente todos aceptamos que o elemento 102 se chama *nobelio* e o seu símbolo é *No*. Os mesmos rusos nunca cuestionaron que este elemento tivese que cambiar de nome.

### Laurencio (Lr)

A escolla do nome do derradeiro metal actínido que se obtivo ata o momento foi de novo motivo de controversia, dado que foi descuberto simultaneamente por rusos e americanos no ano 1961.

Os americanos chamáronlle *laurencio*, para inmortalizar a Ernest Orlando **Lawrence** (na fotografía), o pai do ciclotrón, a ferramenta precisa para acelerar partículas de modo que se poidan incrustar no núcleo doutros átomos e conseguir así átomos de *Z* maior. O símbolo que lle deron con urxencia foi *Lr*.

Os rusos foron máis lentos na denominación do elemento con  $Z=103$  e cando quixeron facelo xa se adiantaran os americanos. En pleno conflito propuxeron unha nomenclatura sistemática, pero nese tempo a idea non callou.

Finalmente, na nomenclatura da IUPAC do 70 acordouse, e todos concederon, que sería o último elemento con nome tradicional. Os seguintes elementos que pertencesen á cuarta serie de transición, levarían xa nomes sistemáticos.



## Os elementos novísimos

Queremos rematar a obra escribindo sobre o nome e o símbolo dos elementos que se descubriron, e que aínda se están a descubrir, nos últimos 40 anos.

Ao longo da década dos 60 e dos 70, os laboratorios de Berkeley (EUA) e Dubnia (antiga URRS), e tamén os de Orsay (Francia) e Darmstadt (Alemaña), foron sacando do crisol nuclear -bombardeando átomos moi pesados (*Cm* e os seus isótopos fundamentalmente) con átomos lixeiros (*C*, *B*, *N* e *O*)- estes novos elementos ata chegar ao elemento con  $Z=106$ .

Nos últimos 20 anos é o *Centro de Estudio de Ións Pesados* (GSI), sito en Darmstadt (Alemaña), o que obtén os elementos con maior número atómico por bombardeo de brancos de *Pb* e *Bi* con átomos metálicos de *Cr*, *Fe*, *Ni*, *Zn*, etc., superacelerados. Deste xeito chegaron a prepararse e identificarse algúns átomos do elemento con  $Z=116$  no ano 2000. En 2004 foron identificados os elementos con  $Z=113$  e  $Z=115$ .

O nome dos elementos novísimos estivo, e aínda está, sometido a unha forte controversia. Existen varios nomes para un mesmo elemento. Por exemplo, o 104 foi denominado *rutherfordio*, *kurchatovio*, *dubnio* e tamén *unnilquadio*. Como é isto posible? A guerra polos nomes é unha consecuencia da chamada *guerra fría* política derivada do enfrontamento das dúas grandes potencias: EUA e a antiga URSS.

A controversia nos nomes iniciouse co descubrimento dos elementos 102 e 103, hai máis de 40 anos. Os estadounidenses e os occidentais chamáronlles *nobelio* e *laurencio*, pero os rusos, que os descubriran ao mesmo tempo, pretenderon chamalos *joliotio* e *unniltrio* (utilizando un nome sistemático), respectivamente. Finalmente, os rusos cederon e *nobelio* e *laurencio* pasaron a ser aceptados universalmente dende as normas da CNQI de 1970.

Cando se descubriron, estes elementos novísimos sempre levaron dous nomes: o que lles daban os rusos ou os alemáns e o que lles querían dar os americanos ou os suecos. Para solucionar esta polémica, a IUPAC tomou a decisión de asumir unha nova nomenclatura no ano 1976: a nomenclatura sistemática

A formulación sistemática fora xa suxerida por distintos científicos dende a década de 1940, pero parece que daquela a comunidade científica non estaba o suficientemente madura como para aceptala. E rexeitouse. Así pois, no ano 1976 o CNQI decidiu utilizar unha nova nomenclatura sistemática para os elementos que se descubrisen no futuro dende o *laurencio*, que remataba un grupo actínido. Nas súas palabras: “...para evitar a confusión e para asegurar que todos os químicos estean a falar do mesmo elemento”.

En agosto de 1995, a IUPAC decidiu revisar a súa decisión do ano 76 (os rusos ían perdendo peso político na esfera internacional) e retomou a posibilidade da denominar os novos elementos a partir dos nomes de celebridades. Esta reformulación foi revisada ultimamente (30 de agosto de 1996) e feita pública no ano 1998, polo que os nomes dos elementos foron cambiados de novo.

Na táboa 16 recolleemos o resultado da polémica sobre o nome dos elementos novísimos. Nótese o caos reinante no período 1956-75, onde había varias formas para nomear un mesmo elemento químico.

A normativa sistemática da IUPAC (1975-1996) foi aceptada universalmente e non parecía que existisen dúbidas de cara ao futuro. A decisión de agosto de 1996 foi tomada por maioría na comisión CNQI, pero houbo diverxencias e votos en contra, polo que non parece ser completamente aceptada pola comunidade científica internacional.

Aínda hai pouco (ver *Chemistry International*, 1998, vol. 20, páx. 38) a CNQI solicitaba das ONAs (Organizacións Nacionais Adheridas) a divulgación, trala súa aceptación, das recomendacións sobre a nomenclatura destes elementos. Parece que a comunidade internacional ignora as recomendacións da IUPAC por considerar que foron tomadas máis por motivos políticos que científicos, e vai por libre na denominación destes elementos.

**Táboa 16.** A polémica dos elementos novísimos.

Z	Nome	Guerra Fría (1961-1975)	IUPAC (1976-1996)	IUPAC (>1996)
102	<i>Nobelio</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No</i>
	<i>Joliotio</i>	<i>Jl</i>	-	-
103	<i>Laurencio</i>	<i>Lr</i>	<i>Lr</i>	<i>Lr</i>
	<i>Unniltrio</i>	<i>Uut</i>	-	-
104	<i>Rutherfordio</i>	<i>Rf</i>	-	<i>Rf</i>
	<i>Kurchatovio</i>	<i>Ku</i>	-	-
	<i>Unnilquadio</i>	-	<i>Unq</i>	-
105	<i>Dubnio</i>	-	-	<i>Db</i>
	<i>Hahnio</i>	<i>Ha</i>	-	-
	<i>Nielsbohrio</i>	<i>Ns</i>	-	-
	<i>Unnilpentio</i>	-	<i>Unp</i>	-
106	<i>Seaborxio</i>	<i>Sb</i>	-	<i>Sg</i>
	<i>Dubnio</i>	<i>Db</i>	-	-
	<i>Unnilhexio</i>	-	<i>Unh</i>	-
107	<i>Bohrio</i>	-	-	<i>Bh</i>
	<i>Unnilseptio</i>	<i>Uns</i>	<i>Uns</i>	-
108	<i>Hassio</i>	-	-	<i>Hs</i>
	<i>Unniloctio</i>	<i>Uno</i>	<i>Uno</i>	-
109	<i>Meitnerio</i>	-	-	<i>Mt</i>
	<i>Unnilennio</i>	<i>Uue</i>	<i>Uue</i>	-
110	<i>Darmstadtio</i>	-	-	<i>Ds</i>
	<i>Ununnilio</i>	<i>Uun</i>	<i>Uun</i>	-
111	<i>Roentgenio</i>	-	-	<i>Rg</i>
	<i>Unununio</i>	<i>Uuu</i>	<i>Uuu</i>	-
112	<i>Ununbio</i>	<i>Uub</i>	<i>Uub</i>	<i>Uub</i>
113	<i>Ununtrio</i>	<i>Uut</i>	<i>Uut</i>	<i>Uut</i>
114	<i>Ununcuadio</i>	<i>Uuq</i>	<i>Uuq</i>	<i>Uuq</i>
115	<i>Ununpentio</i>	<i>Uup</i>	<i>Uup</i>	<i>Uup</i>
116	<i>Ununhexio</i>	<i>Uuh</i>	<i>Uuh</i>	<i>Uuh</i>

Na actualidade, por imposición e non por convencemento da comunidade científica, a CNQI fixou o nome dos elementos ata o Z=111, pero incongruentemente os elementos con Z>111 continúan denominándose a partir da nomenclatura sistemática. As táboas periódicas de hoxe dan mostra desta situación.

A nosa opinión é que deberíamos seguir coa formulación sistemática derivada das recomendacións da IUPAC de 1977. Facémolo polas seguintes razóns:

1. Volver a denominacións sobre nomes de autores non achega nada ao coñecemento dos novos elementos, agás dar a coñecer a historia dalgúns personaxes.
2. A denominación sistemática é máis simple e sinxela e sempre coñecemos cal é o Z do elemento.
3. Nunca se fixo antes e non vemos a razón de nomear un elemento co nome dun científico vivo como o caso do *seaborxio*.
4. Non se observa ningunha razón científica (pero si política) para darlle o nome de *seaborxio* (*Sb*) ao elemento con  $Z=106$ , sen lembrar antes a Frederic **Joliot** *co joliotio* (*Jl*) ou a **Lavoisier**, **Dalton**, **Berzelius** ou a outros científicos sen dúbida cruciais para a Historia. Tampouco se comprende como pode nomearse o elemento 109 como *meitmerio* sen ter lembrado a Otto **Hahn**.

Ante esta situación de cambio errático de nomes por razóns políticas nalgún caso, e ante a falta doutros nomes (elementos 112-116), inclinámonos por suxerir que habería que seguir aplicando a normativa sistemática que se vén empregando nos últimos 30 anos.

## Normativa Sistemática da IUPAC para os elementos novísimos

### Principios xerais:

- 1º. O nome deberá ser curto, sistemático e, por suposto, relacionado co número atómico do elemento.
- 2º. O nome rematará en io se o elemento é metálico.
- 3º. O símbolo constará de tres letras para evitar a duplicidade dalgún dos símbolos xa usados noutros elementos.
- 4º. O símbolo faise derivar directamente do número atómico do elemento e estará relacionado, tanto como sexa posible, co seu nome.

### Regras de nomenclatura:

- 1º. O nome faise derivar directamente do número atómico do elemento utilizando as seguintes raíces numéricas:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
nil	un	bi	tri	quad	pen	hex	sept	oct	enn

- 2º. As raíces colócanse xuntas na orde dos díxitos que constitúen o número atómico e rematan en io para deletrear o nome. O “i” final de “bi” e “tri” elimínase cando vai diante de “io” e, de igual xeito, elimínase o “n” final de “enn” cando vai diante de “nil”.
- 3º. O símbolo do elemento está composto polas letras iniciais das raíces numéricas que constitúen o nome (a mestura de raíces gregas e latinas é precisa para evitar ambigüidades).

## A cuarta serie de transición

Os elementos que imos estudar aquí son os comprendidos dende  $Z=104$  ata  $Z=116$ . A maioría pertence á chamada cuarta serie de transición. Por exemplo, o elemento 104 situaríase no grupo do *Ti*, xunto co *Zr* e o *Hf*, o elemento 110 no grupo de *Ni*, con *Pd* e *Pt*, e o elemento 111 no grupo do *Cu*, con *Ag* e *Au*.

A química que se coñece destes elementos é moi precaria, dado que o número de átomos que se obtén de cada un deles é moi reducido. Abonda con dicir que do elemento 112 (*ununbio*, *Uub*), descuberto o 9 de febreiro de 1996, se obtivo un só átomo que se identificou e do que se puido seguir o seu decaemento ata o *Fm*.

De cada elemento coñécese a vía de obtención (bombardeo de átomos pesados con outros átomos metálicos mais lixeiros), o número de átomos que se puideron obter, o isótopo máis estable, a súa vida media,... etc. As propiedades químicas son deducidas da súa configuración electrónica.

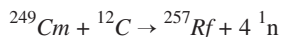
Ata o momento foron catro as vías de obtención dos elementos novísimos, que son todos eles artificiais.

1. A vía máis antiga, e que permitiu obter elementos dende o *neptunio* ata o *fermio*, foi postulada por Enrico **Fermi** e posta en práctica por Igor **Kurchatov** (1903-1960) (Dubna, Rusia) e **Seaborg** (Berkeley, EUA). Ámbolos dous iniciaron a busca sistemática aproveitando o funcionamento dos reactores nucleares. Nela prodúcense enormes fluxos neutrónicos e quéimase *uranio*. O *uranio* pode transformarse en *neptunio* ou, se pasa moitos meses acumulando neutróns, en átomos máis pesados (*Cm*, *Cf*, *Bk*, *Fm*, *Es*). Estes átomos poden illarse e estudarse, incluso podemos deixalos decaer noutros átomos máis lixeiros por emisión de partículas  $\beta$ .
2. O seguinte paso foi usar novos brancos en lugar do uranio: *einsteinio*, *fermio*, etc. Buscar partículas máis pesadas que o neutrón e aceleralas. Era preciso, pois, deseñar unha nova tecnoloxía con aceleradores moito máis potentes. Deste xeito foron bombardeándose brancos de *curio*, *californio*, *einsteinio* ou *fermio* con partículas  $\alpha$  átomos de carbono, nitróxeno ou osíxeno, superacelerados.
3. A terceira etapa consistiu en dirixir como proxeccións ións pesados de *Cr*, *Fe*, *Ni*, *Zn* contra brancos de metais moi estables como *chumbo* ou *bismuto*, usando aceleradores potentísimos. Así se prepararon os elementos 107-112.
4. Un novo procedemento consistiu en usar átomos de peso medio como proxeccións (por exemplo o calcio) para incrustalos en brancos de plutonio, americio, curio, etc. Esta técnica permitiu obter os átomos 113-116.

Seguidamente indicaremos a pequena historia do descubrimento de cada un deles, así como tamén cal é a orixe dos seus nomes e símbolos. Cómpre sinalar a enorme dificultade técnica existente para sintetizar os elementos novísimos, así como o número reducido de átomos que se preparan.

### Elemento 104. Unnilquadio (Unq)

Este elemento foi obtido a partir do bombardeo de brancos de *curio* con átomos de *carbono* seguindo a reacción:



Os seus átomos teñen unha vida media de 4,5 segundos.

### Rutherfordio (Rf)

O seu nome deriva do interese por lembrar a figura de Ernest **Rutherford** (1871-1937), na fotografía, físico e químico brillante de principios do século XX. As súas contribucións foron moi importantes nestes campos, pero o seu nome foi elixido para denominar un elemen-



to polo descubrimento da estrutura nuclear do átomo, que lle deu o Premio Nobel de Química do ano 1908.

O símbolo químico correspondente ao elemento 104 é *Rf*.

### Kurchatovio (Ku)

Os rusos denominaron o elemento 104 con este nome para lembrar a Igor **Kurchatov**, na fotografía, pai dos aceleradores de partículas na antiga URSS, como **Lawrence** nos EUA. Este nome foi aceptado na literatura científica na URSS e Escandinavia durante algúns anos.

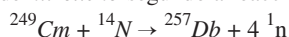
O símbolo elixido para el foi o de *Ku*.

A IUPAC suxire chamalo *rutherfordio*, con símbolo *Rf*.



### Elemento 105. Unnilpentio (Unp)

Este elemento foi fabricado bombardeando brancos de *curio* con átomos moi acelerados de *nitróxeno* segundo a reacción:



Os átomos obtidos teñen unha vida media de 1,6 segundos.

### Nielsbohrio (Ns)

No ano 1967, cando foi descuberto este elemento, foi chamado así polos rusos para lembrar a figura e as achegas ao sistema periódico de Niels **Bohr** (na fotografía).

O símbolo para este elemento é *Ns*.



### Hahnio (Ha)

Pola mesma época, os americanos prepararon átomos do elemento 105 e chamáronlle *hahnio* en loanza de Otto **Hahn** (na fotografía). **Hahn** foi un químico alemán moi reputado que non só codescubriu o elemento *protoactinio* senón que tamén sentou as bases da fisión nuclear. Por isto foi considerado o avó da bomba atómica.

O símbolo que lle corresponde ao *hahnio* é *Ha*.



### Dubnio (Db)

O elemento 105 é nomeado segundo as recomendacións da IUPAC de 1996 como *dubnio*. Dubna é unha cidade rusa, á beira do río Volga e cerca de Moscova. Nela instalouse o Instituto de Investigacións Nucleares ruso (o JINR, na fotografía), equivalente ao Centro de Berkeley nos EUA, que contribuíu á preparación dos elementos transuránicos. O símbolo que lle corresponde ao *dubnio* é *Db*.

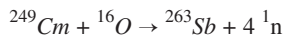
Velaí temos unha mostra do conflito: a tremenda incoherencia do CNQI da IUPAC. Non se acepta a decisión de ningún dos seus descubridores (Nb, Ha) e propónse un nome novo que non achega nada de orixinal. Iso sí, reparte café cos rusos.





## Elemento 106. Unnilhexio (Unh)

Obtívose no ano 1974 por bombardeo dun branco de *curio* con átomos de *osíxeno*, segundo a reacción:

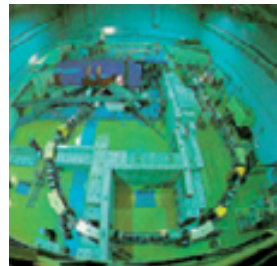


Os átomos obtidos teñen unha vida media de 0,9 segundos.

## Dubnio (Db)

Foron os científicos rusos de Dubna os que descubriron este elemento. O razoamento que fixeron para darlle un nome foi moi sinxelo: se os estadounidenses tiñan un elemento chamado *berkelio* (*Bk*) eles terían o *dubnio* para lembrar da mesma forma a cidade onde estaba o seu acelerador de partículas. Na fotografía podemos ver o ciclotrón que se atopa dentro das súas instalacións.

O símbolo que propuxeron para este elemento foi *Db*.



## Seaborxio (Sb)

No mesmo ano 1974, os americanos descubriron o elemento 106 e chamáronlle *seaborgium* para lembrar a Glenn T. **Seaborg** (na fotografía), Premio Nobel de Química no ano 1951, descubridor, directa ou indirectamente, dos elementos transuránicos e traballador integral da ciencia que cultivou no seu Instituto de Berkeley ata a súa recente morte.

A IUPAC aceptou este nome para o elemento e foi esta a primeira vez que se lle daba a un elemento químico o nome dun científico vivo.

O símbolo para o *seaborxio* foi *Sb*.

Novamente vemos aquí a incoherencia da IUPAC. Cando había xa acordo na nomenclatura sistemática vólvese contra ela e incumpre a súa norma básica de non dar o nome dun elemento químico a ningún perso-eiro, mentres estea vivo.

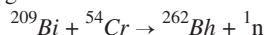


**Seaborg** morreu no ano 1999 e hoxe non existe xa ningunha razón para que non se lle dea o seu nome a un elemento. Na nomenclatura actual o elemento 106 chámase *seaborxio* e o seu símbolo é *Sb*.

## Elemento 107. Unnilseptio (Uns)

Este elemento, descuberto en 1976, foi o primeiro que recibiu un nome a partir das regras de nomenclatura sistemática da IUPAC.

O bombardeo de brancos moi estables de *chumbo* e *bismuto* con átomos con *Z* maior de 20 permitiu obter os elementos que van dende o 107 ata o 112. No caso do elemento 107, bombardeáronse átomos de *bismuto* con átomos de *romo*, segundo a reacción:



Os átomos obtidos teñen unha vida media de 0,1 segundos.

## Bohrio (Bh)

As recomendacións actuais da IUPAC defenden que o elemento chamado inicialmente *unnilseptio* debe cambiar o seu nome para chamarse *bohrio*, como loanza a Niels **Bohr**. As contribucións deste físico son notabilísimas, pero citaremos unicamente algunhas relativas ao Sistema Periódico: o modelo de gota líquida, que permitiu entender a fisión nuclear; e as investigacións sobre estruturas atómicas e radia-



ción, pero dun modo moi particular, pois o modelo atómico proposto por el foi refinado posteriormente polos seus discípulos.

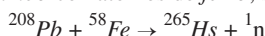
O símbolo escollido para este nome do elemento 107 é *Bh*.

Non hai nada que opor á consideración científica de **Bohr** (na fotografía nunha das súas leccións maxistras), nin á posibilidade de que quede immortalizado no Sistema Periódico. Pero reivindicando a coherencia que parece fallar na CNQI da IUPAC, seguimos defendendo chamarlle ao elemento con  $Z=107$  *unnilseptio*, usando como símbolo *Uns*.



## Elemento 108. Unniloctio (Uno)

Foi fabricado no ano 1984 en Darmstadt (Alemaña) ao bombardear, utilizando un acelerador de ións pesados potentísimo, brancos de *chumbo* con átomos de *ferro*, segundo a reacción:



Os átomos obtidos son altamente inestables, cunha vida media de 2 milisegundos.

## Hassio (Hs)

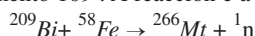
Na nomenclatura actual, a IUPAC recomenda denominar o elemento con  $Z=108$  como *hassio* para lembrar o estado alemán de Hesse. A IUPAC intentou premiar así o labor do estado onde se atopa o Instituto de Ións Pesados (GSI) alemán, igual que o fixeran os americanos co elemento *californio*. O Centro GSI atópase na Universidade de Darmstadt, no estado de Hesse (*Hassio*, en latín). Con esta decisión homenaxeaban os 3 grandes centros descubridores de elementos artificiais: Berkeley (*Bk*, *Cf*); Dubna (*Db*) e Darmstad (*Hs*, *Ds*).

O símbolo escollido para o nome deste elemento foi *Hs*.



## Elemento 109. Unnilennio (Une)

Os elementos químicos obtidos en Darmstadt foron saíndo do crisol nuclear variando os brancos (Pb e Bi) e acelerando átomos máis pesados (Cr, Fe, Ni e Zn). Cando, no ano 1982, bombardearon *bismuto* con *ferro*, obtiveron átomos do elemento 109. A reacción é a seguinte:



A vida media deste elemento é de 3,4 milisegundos, e obtiveron un único átomo. O experimento do que estamos a falar –formación dun único átomo– non segue a regra histórica da “reproducibilidade dos experimentos”. Por algún tempo, neste campo da ciencia, isto é o que hai. Temos que acostumarnos a que así será e a que deberá ser un comité externo de investigadores o que avalíe e certifique a veracidade dos experimentos.

## Meitnerio (Mt)

Na reunión de agosto de 1997, o Comité de Nomenclatura da IUPAC decidiu chamar ao elemento 109 *meitnerio*, en loanza de Lise **Meitner** (1878–1968), na fotografía, colaboradora de Otto **Hahn**, con quen descubriu o *Pa*. Traballou sempre sobre a comprensión da estrutura dos átomos: aclarou as relacións entre as radiacións beta e gamma e explicou o proceso da fisión nuclear utilizando o modelo de gota líquida

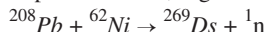


de **Bohr**, proceso que abriu as portas da bomba atómica e tamén do bombardeo de átomos pesados para obter outros elementos químicos con números atómicos máis grandes.

O símbolo deste elemento é *Mt*.

### Elemento 110: Ununnilio (Uun)

No ano 1994, no centro GSI de Darmstadt, obtiveron un novo elemento químico ao bombardear brancos de *chumbo* con átomos de *níquel* superacelerados, segundo a reacción:



Os poucos átomos obtidos teñen unha vida media de 0,3 ms e parecen comportarse como os elementos do grupo do *níquel*.

### Darmstadtio (Ds)

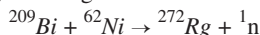
Recentemente, o CNQI da IUPAC decidiu cambiarlle o nome e darlle o da cidade onde se descubriu. Igual que os americanos tiñan o *californio* e o *berkelio*, tamén a Alemaña lle correspondía lembrar o estado (*hassio*) e a cidade onde estaba o acelerador. Na fotografía, as instalacións do GSI (Gesellschaft für Schwerionenforschung), en Darmstadt.



O símbolo deste elemento é *Ds*.

### Elemento 111. Ununio (Uuu)

Cando, no ano 1994, bombardearon unha lámina de bismuto con átomos de *níquel* superacelerados no reactor do GSI en Darmstadt, obtiveron uns poucos átomos do elemento con  $Z=111$ , cunha vida media de 0,7 ms. A reacción que tivo lugar é a seguinte:



O novo elemento corresponde ao grupo dos metais de *cuñar*: *Cu*, *Ag* e *Au*.

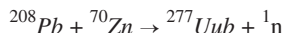
### Roentgenio (Rg)

En xuño do ano 2004, a CNQI da IUPAC decidiu abandonar o nome sistemático deste elemento e darlle o nome de **roentgenium**, en honor do físico alemán Wilhelm Konrad **Roentgen** (1845-1923), na fotografía, descubridor dos raios X e Premio Nobel de Física en 1901. Tan só habería que subliñar o que representa de volta atrás na nomenclatura dos elementos e o atranco para o noso alumnado: durante 10 anos estivemos a falar do elemento 111 como *unununio* e agora teremos que falar de *roentgenio*.



### Elemento 112. Ununbio (Uub)

O último elemento fabricado en Darmstadt ata o momento, coa técnica GSI, foi o 112. Este elemento foi identificado no ano 1996, cando se xerou pola reacción de bombardeo con átomos de *Zn* dun branco de *chumbo*:



O único átomo obtido tiña unha vida media de 0,3 milisegundos para decaer nos elementos 110, 108, 106, 104, 102 e 100, emitindo partículas  $\alpha$  sucesivamente.

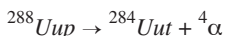
Este elemento foi identificado de novo por proceso de decaemento de átomos máis pesados xa preparados.

Foi nomeado pola IUPAC coa nomenclatura sistemática e, ata o de agora, non foi cambiado pola CNQI.

### Elemento 113. Ununtrio (Uut)

Despois dos grandes resultados obtidos polos alemáns de Darmstadt, os rusos de Dubna e os americanos de Berkeley estaban doídos no seu orgullo e volveron á súa técnica de bombardear átomos de *Pu*, *Am* e *Cm* con átomos de *calcio* superacelerados. O resultado foi a preparación de átomos cos elementos 114 e 116, pero os de número atómico impar, os 113, 115 e 117, resistíanse.

De feito, o elemento 113 foi obtido en maio de 2004 por decaemento do elemento 115 ao perder unha partícula  $\alpha$  segundo a reacción:

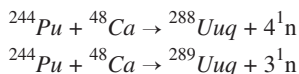


A vida media deste elemento é de 20 segundos, moi alta para o que se vía nestes elementos. Cando se descompón, emite catro partículas  $\alpha$ , xerando o *dubnio*, cunha sorprendente estabilidade dun día!. Cómpre notar que a vida media dos átomos de *dubnio* obtidos mediante a técnica de 1967 é de 1,6 segundos.

Este elemento foi nomeado pola IUPAC seguindo as regras de nomenclatura sistemática.

### Elemento 114. Ununquadio (Uuq)

Un só átomo do elemento 114 foi fabricado no ano 1999 pola reacción derivada do bombardeo de *plutonio* con átomos de *calcio* superacelerados. Este átomo foi identificado en Dubna e, nos últimos anos, foi posible repetir o experimento tanto en Dubna como en Berkeley. As reaccións de obtención foron:



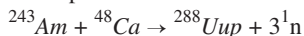
Este elemento ten unha vida media relativamente alta. O seu isótopo  ${}^{288}\text{Uuq}$  vive 2 segundos e o seu isótopo  ${}^{289}\text{Uuq}$  vive 30 segundos. Ámbolos dous decaen no elemento Ununbio por emisión dunha partícula  $\alpha$ .

Este elemento foi nomeado pola IUPAC seguindo as regras de nomenclatura sistemática.

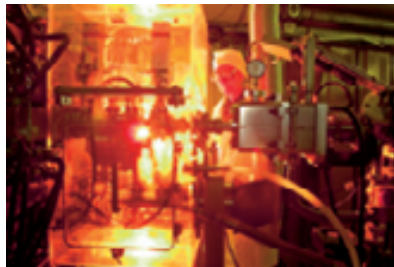
### Elemento 115. Ununpentio (Uup)

Este elemento é o último fabricado ata o momento. Apareceu en maio do 2004 como consecuencia duns experimentos realizados en Dubna. O seu descubrimento amplía o coñecemento sobre as propiedades dos átomos superpesados e, a un tempo, achega datos experimentais que permiten a comprobación das predicións teóricas realizadas sobre estes elementos.

Os átomos resultaron da reacción de bombardeo de *americio* enriquecido cun feixe de ións *calcio* altamente enerxéticos, segundo o proceso:



Esta reacción foi confirmada en Berkeley, onde se obtivo o mesmo elemento, que se descompón en poucos segundos emitindo unha partícula  $\alpha$  e xerando o ele-

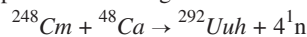


mento *Uut*. Na fotografía podemos ver un momento do experimento que deu lugar á formación deste elemento.

Este elemento foi tamén nomeado polos seus autores e pola IUPAC seguindo as regras de nomenclatura sistemática.

### Elemento 116. Ununhexio (Uuh)

En decembro do ano 2000, catro grupos de investigación (tres rusos e un americano) deron conta da obtención e caracterización dalgúns átomos do elemento 116. A reacción consistía no bombardeo de brancos de *curio* con ións de *calcio* superacelerados seguindo a reacción:



Os átomos obtidos, poucos, foron altamente inestables e logo de 47 ms decaeron no *Uuq*, emitindo unha partícula  $\alpha$ .

Este elemento foi nomeado pola IUPAC seguindo as regras de nomenclatura sistemática.

### Elemento 117. Ununseptio (Uus)

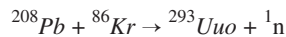
Aínda non temos informacións sobre unha posible evidencia da súa existencia, aínda que se se descubriera, recibiría este nome. De feito, algunha Táboa Periódica xa conta con el e así o denomina.

### Elemento 118. Ununoctio (Uuo)

O elemento da controversia. No ano 1999 o equipo de Berkeley publicou un traballo dando conta do descubrimento do elemento 118. No ano 2001 desdicíronse publicamente nunha revista científica, dado que nin eles nin ningún outro laboratorio foran capaces de reproducir o experimento. Na imaxe de abaixo podemos ver a nota na que se retractan:

Mais aí está o reto. Lembremos como dixeron que se puido preparar. A reacción consistiu en bombardear brancos moi estables de chumbo cun feixe altamente acelerado de ión cripton.

A reacción foi:



VOLUME 89, NUMBER 3

PHYSICAL REVIEW LETTERS

15 JULY 2002

#### Editorial Note: Observation of Superheavy Nuclei Produced in the Reaction of $^{86}\text{Kr}$ with $^{208}\text{Pb}$ [Phys. Rev. Lett. 83, 1104 (1999)]

V. Ninov, K. E. Gregorich, W. Loveland, A. Chionso, D. C. Hoffman, D. M. Lee, H. Nische, W. J. Swiatecki, U. W. Kirsch, C. A. Lue, J. L. Adams, J. B. Patin, D. A. Shaughnessy, D. A. Strella, and P. A. Wilk  
(Received 26 July 2001; published 1 July 2002)

DOI: 10.1103/PhysRevLett.89.039901

PACS numbers: 25.50.Jj, 27.50.+h, 96.10.4g

All but one of the authors of the original Letter have asked us to publish the following retraction:

In our Letter, we reported the synthesis of element 118 in the  $^{208}\text{Pb}(^{86}\text{Kr},n)$  reaction based upon the observation of three decay chains, each consisting of an implanted heavy atom and six sequential high-energy alpha decays, correlated in time and position. Prompted by the absence of similar decay chains in subsequent experiments [1–4], we (along with independent experts) reanalyzed the primary data files from our 1000 experiments. Based on these reanalyses, we conclude that the three reported chains are not in the 1000 data.

We retract our published claim for the synthesis of element 118.

- [1] S. Hofmann and O. Münzenberg, *Rev. Mod. Phys.* **72**, 733 (2000).
- [2] K. Morimoto *et al.*, in *Tenth Symposium on Nuclear Physics IV, Tsinghua, 2000*, AIP Conf. Proc. No. 561 (AIP, New York, 2001), p. 354.
- [3] C. Stodel *et al.*, in Ref. [2], p. 344.
- [4] K. E. Gregorich *et al.* (to be published).

A vida media do átomo era de 1 milisegundo e decaía, emitindo partículas  $\alpha$  nos átomos *Uuh*, *Uuq*, *Uub*, *Ds*, *Hs* e *Sg*. Por desgraza, de momento isto non é certo. Nun primeiro momento, a IUPAC chamoulle *ununoctio*, con símbolo *Uuo*.

## **E agora que?**

Cantos elementos máis se descubrirán? O futuro será feito por xente nova que quizais hoxe lea estas páxinas. Eles serán capaces de deseñar os novos sistemas de preparación. Inventarán novos detectores, atoparán novos elementos no noso... ou noutros planetas.

Queremos finalizar este libro deixando a porta aberta para que, axiña, entren novos elementos na Táboa Periódica. Non dubidamos que, mesmo antes de que este libro chegue ás vosas mans, novos elementos químicos aparecerán no Sistema Periódico.

## Bibliografía

### Algúns libros e artigos sobre os elementos químicos

- P. Armbruster. *El descubrimiento del elemento 108*. Mundo Científico, **1984**, 42, 1280.
- I. Asimov. *La búsqueda de los elementos*. Plaza y Janés, Barcelona, 1983.
- J. A. Babor e J. Ibarz. *Química general moderna*. Ed. Marín, Barcelona, **1963**.
- D. W. Ball. *Elemental etymology. What's in a name?* Journal of Chemical Education, **1985**, 62, 787.
- H. Bauer. *Historia de la Química*. Ed. Labor, Barcelona, **1953**.
- M. R. Bermejo. *A teoría do floxisto*. Revista Galega do Ensino, **1996**, 13, 117.
- M. R. Bermejo e R. Cid. *Sobre a IUPAC, os nomes dos novos elementos químicos. e outras cousas*. XI Congreso de ENCIGA, **1998**, 29.
- M. R. Bermejo. *Nomes e símbolos dos elementos químicos*. Revista Galega de Ensino, **1999**, 23, 91.
- M. R. Bermejo e R. Cid. *Primeiro desembarco na Illa da Estabilidade. A tabla periódica segue e medrar*. XII Congreso de ENCIGA, **1999**, 77.
- M. R. Bermejo, A. M. González e M. Vázquez. *A nomenclatura química na Historia*. XII Congreso de ENCIGA, **1999**, 83.
- M. R. Bermejo e R. Cid. *¿Son tan raras as terras raras?* XIII Congreso de ENCIGA, **2000**, 95.
- M. R. Bermejo e R. Cid. *O uranio ... embrutecido*. XIV Congreso de ENCIGA, **2001**, 65.
- J. J. Centelles. *L'origen dels noms del elements químics*. N. P. Q, **1990**, 7, 329. Chemistry International, **1998**, 20, nº 2.
- R. Cid. *Os últimos elementos da táboa periódica*. Boletín das Ciencias, **1998**, 33, 7.
- M. Ellenberger. *De los nombres y de los elementos*. Mundo Científico, **1993**, 139, 874.
- G. N. Fliorov e A. S. Ilinov. *En el camino hacia los superelementos*. Ed. MIR, Moscova, **1985**.
- L. Garzón. *Los actínidos y la clasificación periódica*. Revista Española de Física, **1997**, 11, 21.
- N. N. Greenwood e A. Earnshaw. *Chemistry of the elements*. Pergamon Press, Oxford, **1985**.
- J. Hudson. *The History of the Chemistry*. Ed. MacMillan, Londres, **1994**.
- R. Jagnoux. *Historie de la Chimie*. Ed. Boudrie et cie. Paris, **1891**.
- E.N. Jenkins. *Radioactividad*. Ed. Alhambra, **1982**.
- A. L. Lavoisier. *Tratado de Química*. Ed. Alfaguara, Madrid, **1982**.
- M. Lefort. *Los elementos transuránidos*. Mundo Científico, **1983**, 28, 832.
- M. Lefort. *Los últimos elementos de la tabla de Medeleev*. Mundo Científico, **1989**, 95, 966.
- M. M. de Morveau. *Método de la nueva nomenclatura química*. Madrid, **1788**.
- J. R. Partington. *A History of Chemistry*. Ed. MacMillan, Londres, **1964**.
- J. Pérez Ballester. *Compendio de Historia de la Ciencia*. Ed. Salan, Universidad de Salan, 1984.
- V. Ringes. *Origin of the Chemical Elements*. Journal of Chemical Education, **1989**, 65, 731.

- G. T. Seaborg. *Nuclear synthesis an identification of new elements*. Journal of Chemical Education, **1985**, 62, 392.
- G. T. Seaborg. *The transuranium elements*. Journal of Chemical Education, **1985**, 62, 463.
- M. Serres. *Historia de las Ciencias*. Ed. Cátedra, Madrid, **1991**.
- P. Strathern. *El sueño de Mendeleev: de la Alquimia a la Química*. Siglo XXI de España Eds, Madrid, **2000**.
- D. N. Trifonov e V. D. Trifonov. *Cómo fueron descubiertos los elementos químicos*. Ed. MIR, Moscova, **1984**.
- I. Vlasov e D. N. Trifonov. *Química Recreativa*. Ed. Akal, Madrid, **1986**.
- B. Wojtowiak. *Historia de la Química*. Ed. Acribia, Zaragoza, **1987**.

## Algunhas páxinas web sobre os elementos químicos

### En inglés

- <http://www.webelements.com/>
- <http://www.chemdex.org/>
- <http://www.chemicalelements.com/>
- [http://www.chemsoc.org/viselements/pages/pertable\\_fla.htm](http://www.chemsoc.org/viselements/pages/pertable_fla.htm)
- <http://education.jlab.org/itselemental/>
- <http://pearl1.lanl.gov/periodic/default.htm>
- <http://chemlab.pc.maricopa.edu/periodic/periodic.html>
- <http://www.ucc.ie/ucc/depts/chem/dolchem/html/elem/elem000.html>
- <http://www.infoplease.com/ipa/A0001826.html>
- <http://homepage.mac.com/dtrapp/Elements/elements.html>
- <http://www.uky.edu/projects/chemcomics>
- <http://www.chemicalgalaxy.co.uk>

### En galego

- [http://www.mundofree.com/carlosalonso/inorganica/taboa\\_periodica.htm](http://www.mundofree.com/carlosalonso/inorganica/taboa_periodica.htm)
- <http://usuarios.lycos.es/inemitas/INEM/CIENCIAS/QUIMICA1/tp.html>

### En castelán

- <http://galilei.iespana.es/galilei/qui/tablaperiodica0.htm>
- [http://www.prodigyweb.net.mx/degcorp/Quimica/Tabla\\_Periodica.htm](http://www.prodigyweb.net.mx/degcorp/Quimica/Tabla_Periodica.htm)
- <http://www.lenntech.com/espanol/tabla-periodica.htm>
- <http://aula3b.zoomblog.com>



## Lista de autores que aparecem ao longo do livro

Adet, Pierre-Auguste (1763-1834).....	22, 23, 24
Abelson, Philip H. (1913-2004).....	78
Agricola, Georgius (1494-1555).....	64, 67
Amaldi, Edoardo (1908-1989).....	78
Ampère, André (1775-1836).....	67
Anaxímenes (550-475 a. C.).....	13, 16
Aristóteles (384-322 a. C.).....	13, 14, 16, 18
Balard, Antoine Jérôme (1802-1876).....	31, 67
Barchusen, Johann Conrad (1666-1723).....	18
Bartlett, Neil (1932-).....	69
Becquerel, Henri (1852-1908).....	78
Berg, Otto (1873-1939).....	54
Bergmann, Torbern Olof (1735-1784).....	11, 21, 22, 23, 50, 60
Berlin, Nils Johan (1812-1891).....	75
Berthollet, Comte Claude Louis (1748-1822).....	9, 22, 23, 24, 26
Berzelius, Jöns (1779-1848).....	10, 11, 26, 28, 46, 57, 58, 61, 62, 65, 72, 77, 85
Bohr, Niels (1885-1962).....	39, 54, 87, 89
Boyle, Robert (1627-1691).....	14, 17, 24, 25
Brand, Henning (1630-1710).....	63
Brandt, Georg (1694-1768).....	51
Browne, C. I. ....	80
Bunsen, Robert Wilhelm (1811-1899).....	46
Calder, Alexander (1898-1976).....	58
Chaptal, Jean-Antoine (1756-1832).....	22, 23, 63
Choppin, Gregory R. ....	81
Cleve, Theodor (1804-1905).....	69, 75
Colón, Cristobal (1451-1506).....	32
Condillac, Etienne (1715-1780).....	22, 24, 26
Corbino, Orso Mario (1876-1937).....	78
Corson, Dale R. (1914-, ).....	68
Coryell, Charles D. (1912-1971).....	73
Cosroes II (590-628).....	57

Coster, Dirk (1889-1950) .....	54
Courtois, Bernard (1777-1838) .....	68
Cronstedt, Axel Fredrik (1722-1765) .....	51
Crookes, William (1832-1919) .....	60
Curie, Irene (1897-1956) .....	82
Curie, Marie (1867-1934) .....	37, 38, 49, 66, 70, 79, 82
Curie, Pierre (1859 - 1906) .....	37, 38, 66, 70, 79
D'Agostino, Oscar (1901-1975) .....	78
Dalton, John (1766-1844) .....	28, 29, 85
David, Jacques-Louis (1748-1825) .....	14
Davy, Humphry (1778-1829) .....	45, 46, 48, 59, 67
de Boisbaudran, François Lecoq (1838-1912) .....	39, 59, 73, 74
de Elhuyar y Zubice, Fausto (1755-1833) .....	31, 32, 54
de Elhuyar y Zubice, Juan José (1753-1804) .....	31, 32, 54
de la Condamine, Charles Marie (1701-1774) .....	56
de la Metherie, Jean-Claude (1743-1817) .....	24
de Marignac, Jean Charles Galissard (1817-1894) .....	75, 76
de Rozier, François Pilâtre (1754-1785) .....	24
de Ulloa y de la Torre-Guiral, Antonio (1716-1795) .....	55, 56
Debiere, André-Louis (1874-1949) .....	77
del Río Fernández, Andrés Manuel (1765-1849) .....	32, 50
Delafontaine, Marc Abraham (1838-1911) .....	75
Demarçay, Eugène-Anatole (1852-1904) .....	74
Diamond, H. ....	80
Dioscórides, Pedáneo (40-90) .....	52
Einstein, Albert (1879-1955) .....	37, 38
Ekeberg, Gustav (1767-1813) .....	32
Empédocles de Elea (490-430 a. C.) .....	13, 16
Esmark, Hans Morten Thrane (1801-1882) .....	77
Fajans, Kasimir (1887-1975) .....	77
Fermi, Enrico (1901-1954) .....	37, 38, 78, 81, 86
Fields, P. R. ....	80
Fludd, Robert (1574-1637) .....	18
Fourcroy, Antoine F. de (1755-1809) .....	10, 23, 24, 26
Frankland, Edward (1825-1899) .....	69
Fried, Sherman M. ....	80
Fresenius, Karl Remigius (1818-1897) .....	61, 63
Gadolin, Johan (1760-1852) .....	60, 72, 74, 75
Gahn, Johan Gottlieb (1745-1818) .....	50, 65

Galileo Galilei (1564-1642).....	151
Gay-Lussac, Joseph Louis (1778–1850).....	59, 67
Ghiorso, Albert (1915-).....	79, 80, 81
Gilbert, Ludwig Wilhelm (1769-1824).....	46
Glauber, Johann R. (1640-1670).....	21
Glendenin, Lawrence E. (1918-).....	73
Goldschmidt, Victor Moritz (1888-1947).....	72
Gregor, William (1761-1817).....	50
Guyton de Morveau, Louis Bernard (1737-1816).....	9, 11, 21, 22, 23, 24, 26
Hahn, Otto (1879-1968).....	39, 77, 85, 87, 89
Haiyan, Gabir Ibn (721-803).....	59
Hassenfratz, Jean Henri (1755-1827).....	22, 23, 24
Harvey, Bernard G. ....	81
Hatchett, Charles (1765-1847).....	32
Heráclito (540-475 a. C.).....	13, 16
Herman, R. I. ....	74
Herschel, William (1738-1822).....	78
Higgins, Gary H. ....	80
Hirsch, A. ....	80
Hisinger, Vilhelm (1766-1852).....	72
Hjelm, Peter Jacob (1746-1813).....	52
Huizenga, John R. ....	80
James, Ralph A.....	79
Joliot, Frederic (1900-1958).....	39, 82
Juan y Santacilia, Jorge (1713-1773).....	56
Kant, Immanuel (1724-1804).....	15
Kennedy, Joseph W. (1916-1957).....	78
Kekulé, Friedrich A. (1829-1896).....	40
Klaproth, Martin Heinrich (1743-1817).....	50, 52, 66, 72, 77, 78
Klaus, Karl Karlovich (1796-1864).....	53
Kurchatov, Igor (1903-1960).....	39, 86, 87
Langlet, Nils (1868-1936).....	69
Lavoisier, Antoine Laurent (1743-1794).....	10, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 45, 61, 65, 67, 85
Lawrence, Ernest Orlando (1901-1958).....	39, 53, 79, 82, 87
Lockyer, Norman (1836-1920).....	69
Mackenzie, Kenneth R. (1912-2002).....	68
Macquer, Pierre Joseph (1718-1784).....	14
Magnus, Albertus (1193-1280).....	64
Maier, Michael (1569-1622).....	17

Manning, W. M.....	80
Marinsky, Jacob A. (1918-).....	73
McMillan, Edwin M. (1907-1991).....	78
Mech, J. F. ....	80
Meitner, Lise (1878–1968).....	39, 89
Mendeleev, Dimitri (1834-1907).....	37, 39, 46, 52, 60, 61, 81
Meusnier de la Place, Jean-Baptiste (1754-1793).....	22
Moissan, Ferdinand Frédéric Henri (1852-1907).....	67
Monge, Gaspar (1746-1818).....	24
Morgan, Leon O. ....	79
Mosander, Carl Gustav (1797-1858).....	72, 73, 75
Müller Freiherr von Reichenstein, Franz J. 1742-1825).....	65, 66
Mussolini, Benito (1883-1945).....	78
Newton, Isaac (1643-1727).....	64
Nilson, Lars Fredrick (1840-1899).....	60, 76
Nobel, Alfred (1833-1896).....	37, 39, 81
Nodack, Walter (1893-1960).....	55
o Geber, Yabir (721-815).....	64
Ogawa, Masataka (1865-1933).....	55
Ørsted, Hans Christian (1777-1851).....	59
Paneth, Friedrich Adolf (1887-1958).....	53
Paracelso (1493-1541).....	18
Perey, Marguerite (1909-1975).....	47
Perrier, Carlo (1886-1948).....	53
Piazza, Giuseppe (1746-1826).....	72
Pott, Johann Heinrich (1692-1777).....	51
Priestley, Joseph (1733-1804).....	65
Pyle, G. L. ....	80
Pytheas de Massalia (380-305 a. C.).....	76
Ramsay, William (1852-1916).....	69, 70
Rasetti, Franco (1901-2001).....	78
Roentgen, Wilhelm Konrad (1845-1923).....	39, 90
Rose, Gustav (1798–1873).....	74
Rose, Heinrich (1795-1864).....	74
Rutherford, Daniel (1749-1819).....	63
Rutherford, Ernest (1871-1937).....	37, 39, 86
Samarskij-Byhovec, Vasilij Evgrafovi (1803-1870).....	74
Scheele, Carl Wilhelm (1742-1786).....	52, 65, 67
Seaborg, Glenn Theodore (1912-1999).....	39, 78, 79, 80, 81, 86, 88

Sefström, Nils Gabriel (1787-1845).....	31, 50
Segrè, Emilio Gino (1905-1989).....	52, 53, 78
Smith, H. Louise .....	80
Spence, R. W. ....	80
Sthal, Georg Ernst (1660-1734).....	12, 13, 14, 17
Street, Kenneth Jr. ....	80
Studier, Martin H. ....	80
Tacke, Ida Eva (1896-1978).....	54
Tales de Mileto (625-545 a. C.).....	13, 15, 16
Tennant, Smithson (1761-1815).....	55
Thénard, Louis-Jacques (1777-1857).....	59, 67
Thompson, Stanley G.....	79, 80, 81
Travers, Morris William (1872-1961) .....	70
Urbain, Georges (1872-1938) .....	76
Valentinus, Basilius (1565-1624).....	64
Vauquelin, Nicolas Louis (1763-1829).....	50
von Hevesy, György Karl (1885-1966).....	54
von Linneo, Carl (1707-1778) .....	23, 25
von Welsbach, Auer (1858-1929).....	73, 76
Wahl, Arthur C. (1917-).....	78
Winkler, Clemens Alexander (1863-1904).....	61
Wöhler, Friedrich (1800-1882) .....	48
Wollaston, Francis (1731-1815).....	53
Wollaston, William Hyde (1766-1828).....	53, 54, 55
Wright of Derby, Joseph (1734-1797) .....	63

ISBN 84-453-4325-4



9 788445 343258



**XUNTA DE GALICIA**  
PRESIDENCIA  
Secretaría Xeral de Política Lingüística



**CENTRO RAMÓN PIÑEIRO**  
PARA A INVESTIGACIÓN EN HUMANIDADES



**termigal**  
SERVIZO DE  
TERMINOLOXÍA  
GALEGA



REAL ACADEMIA GALEGA  
PROLET EXP. PROGT. MINIST.