

Os multiusos do sistema periódico

Manuel R. Bermejo, Ana González-Noya, Miguel Martínez-Calvo, Rosa Pedrido,
M. José Romero, M. Inés García-Seijo*

Departamento de Química Inorgánica - Universidade de Santiago de Compostela
**IES Monte Castelo - Burela*

1. **Introdución**

O sistema periódico dos elementos químicos é o instrumento conceptual máis marabilloso que temos os químicos e as químicas para construír a nosa ciencia.

O profesorado de Química non somos conscientes, as máis das veces, do transcendente que é que os nosos alumnos e alumnas coñezan, canto máis mellor, o Sistema Periódico (S. P.). Consecuencia dunha pedagogía trasnoitada e errónea fomos deixando de lado o coidado e a educación da memoria do noso alumnado e, hoxe, moi poucos alumnos ou alumnas coñecen o Sistema Periódico dos elementos.

Noutros congresos (1-5) fomos falando de distintos aspectos relativos aos elementos químicos: A evolución da nomenclatura química ao longo da Historia (1); a razón de ser da nomenclatura moderna dos elementos químicos (1, 3); como e por qué se chaman cada un dos elementos do Sistema Periódico (1, 3, 4); que é a IUPAC (Unión Internacional de Química Pura e Aplicada) (1); a especulación cos novos elementos químicos descubertos (2), etc.

Todo o devandito ten que ver co noso interese por resaltar a transcendencia que ten, na didáctica da aula, o uso da historia de todas e cada unha das ciencias. Coñecer a historia dos elementos químicos ten moito que ver coa transcendencia de comprender que é e para que serve o sistema periódico dos elementos.

Finalmente, queremos presentar algunhas actividades para que os alumnos, xogando na aula, cheguen a familiarizarse co Sistema Periódico.

2. **O descubrimento dos elementos químicos na Historia**

Os elementos químicos non aparecen na historia dunha forma misteriosa ou circunstancial; a súa aparición ou descubrimento é consecuencia da propia natureza química do elemento en cuestión. Como brevemente indicaremos, a obtención dos

elementos prodúcese cando hai coñecemento científico e se conta coa tecnoloxía precisa para a súa beneficiación a partires das súas menas. No gráfico 1 indícase o número e a porcentaxe dos elementos preparados en cada unha das etapas históricas coñecidas

O descubrimento dos elementos na historia ten que ver co devandito: os primeiros elementos químicos atopados son aqueles que aparecen como tal na codia terrestre: son os chamados elementos sen data ou *prehistóricos*. Son metais ou elementos que non se oxidan con facilidade.

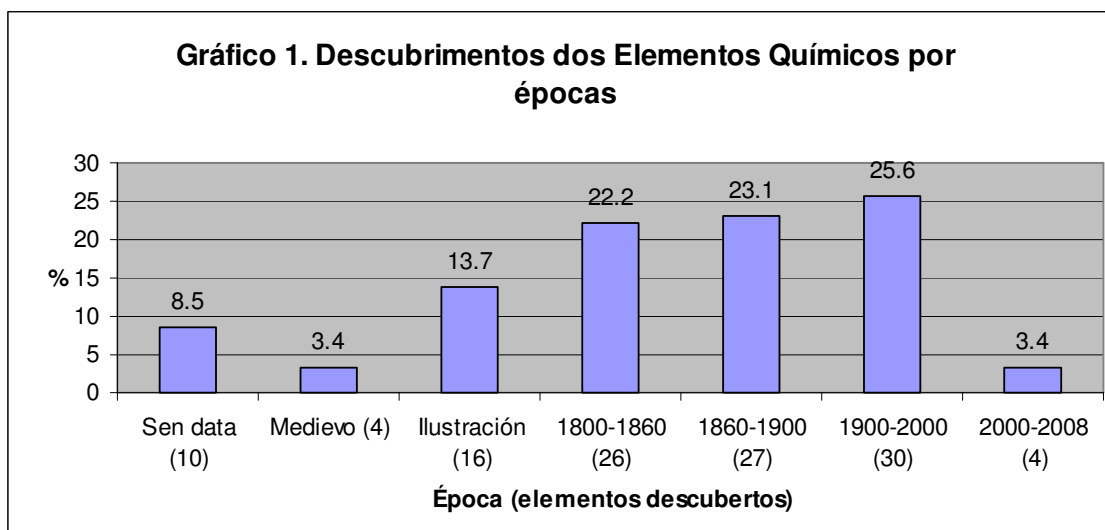
O coñecemento químico avanzou con lentitude ao longo da Historia. O período da alquimia non achegou avance significativo da ciencia dende o punto de vista conceptual, pero si do traballo no laboratorio. A consecuencia foi o descubrimento de moi poucos novos elementos químicos durante o *Medievo*.

Na *Ilustración* a confluencia e efecto sinérxico de novos avances tecnolóxicos e o inicio do que vai ser a química como ciencia vai producir un importante descubrimento de novos metais. O descubrimento do uso do carbón como elemento redutor das “cales” (óxidos metálicos) permitiu un desenvolvemento máis completo da metalurxia.

Será o século XIX onde se prepara unha morea de novos elementos químicos. Nos 50 primeiros anos da centuria prepáranse tantos novos elementos como en toda a historia anterior da humanidade, e na segunda metade do século aparecerán outros tantos elementos. Cal foi a razón? Sen dúbida algunha, Lavoisier.

Na primeira metade do século XIX é a electroquímica a determinante da obtención de moitos novos elementos químicos. Os estudos da electrolise e a súa aplicación na separación dos constituíntes de moitos sales coñecidos (haluros, óxidos,...) permitiu a obtención de non metais (Br, I, Se) e de moitos metais.

Na segunda metade do século XIX é o desenvolvemento da electrolise a altas temperaturas e a preparación de mesturas eutécticas, así como o desenvolvemento no laboratorio de técnicas de separación de óxidos metálicos con propiedades químicas moi semellantes, o que permitiu illar os elementos metálicos do grupo dos lantánidos, así como certos metais existentes en menas con baixas concentracións. Finalmente a tecnoloxía do uso do baleiro permitiu a obtención dos gases nobres.



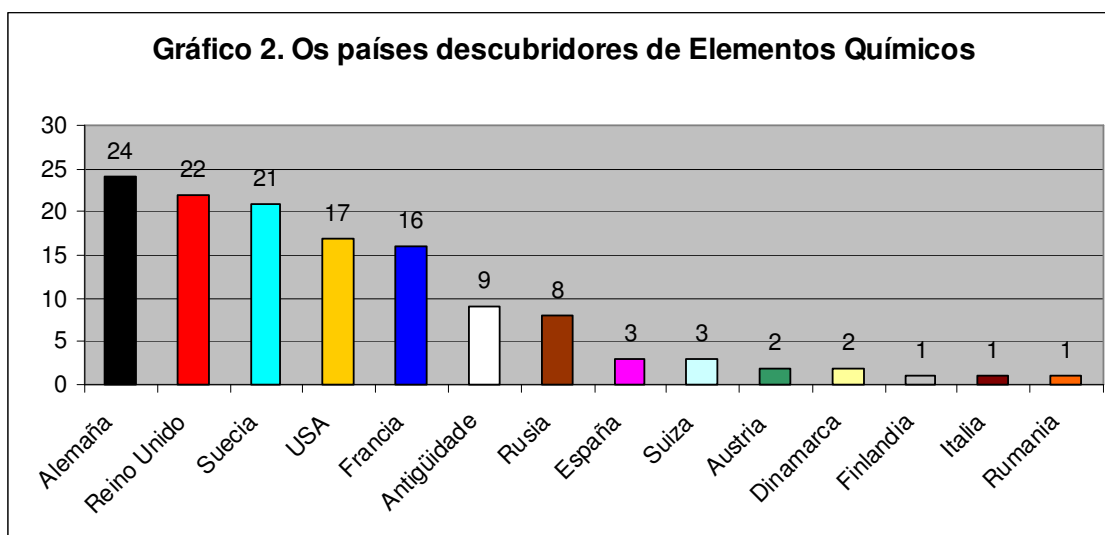
O século XX vai achegar o descubrimento de novos elementos sacados do *crisol nuclear*; cumprir o sono dos alquimistas da transmutación artificial. O uso tecnolóxico do bombardeo nuclear de certos átomos metálicos permitiu, e segue a permitir, a obtención de elementos químicos artificiais. Os elementos transuránidos son o resultado do bombardeo de átomos de uranio, neptunio, plutonio, etc, con partículas elementais (1_0n , α) aceleradas nun ciclotrón. A segunda batalla tecnolóxica foi o bombardeo de brancos metálicos pesados (Cf, Es, Fm, ...) con átomos lixeiros (C, N, ...) superacelerados. A terceira etapa do proceso de obtención de elementos artificiais foi a utilización de proxectís pesados (Cr, Fe, Ni, Zn) contra brancos de metais moi estables como chumbo ou bismuto. Obviamente cumpría aceleradores máis potentes. A busca de novos elementos químicos levou a unha nova estratexia: bombardear brancos de plutonio, americio, curio, etc con proxectís de calcio. Neste proceso atopámonos na actualidade e confiamos en seguir obtendo novos elementos cando os novos aceleradores de partículas sexan quen de incrustalos en brancos de átomos máis pesados.

3. Os elementos químicos e os países dos seus descubridores

Interesa sinalar a que país pertencen os descubridores dos elementos químicos. Facendo esta clasificación teremos unha medida da potencialidade científica dos

desemellantes países, canto menos no terreo da química. No gráfico 2 pódense ver cantos elementos foron descubertos por cada país.

Hai 5 países realmente destacados. Esta situación dá conta da súa auténtica potencialidade, pero hai algúns outros países que cómpre situar na súa real posición. Débese explicar por qué se atopan no sistema periódico e canto tiveron e teñen que dicir no campo da química.



Alemaña é o máis destacado. Descubriron elementos ao longo de toda a historia da ciencia: algúns no *Medievo* (P, As, Sb, Bi); outros no s.XVIII (Zr, U). Evidentemente no s.XIX (Cd, Rb, Cs...) e no s.XX (Rn, Re) e, con tecnoloxía de bombardeo nuclear, na segunda metade do s.XX e na actualidade.

O *Reino Unido* tamén está amplamente representado ao longo da historia, preferentemente ata o s.XX. Ficou parado no tempo ao non dispor de tecnoloxía nuclear para bombardear átomos. De calisquer xeito, ter descuberto 22 elementos químicos dá conta da súa potencialidade científica. Foi moi grande a súa aportación no manexo e obtención dos gases; no s.XVIII obtiveron osíxeno e nitróxeno e no s.XIX os gases nobres. Foron moi activos na obtención de metais, particularmente os alcalinos preparados por electrolise.

Francia tivo e ten unha elevada potencialidade. Preparou 16 elementos ao longo da historia; pero a maioría antes do s.XX. O último elemento achegado foi o Francio, descuberto por Marguerite Perey no ano 1939. Cómpre sinalar que tanto o Polonio coma o Radio preparados por Pierre e Marie Curie adscribímoslos a Francia e non os contabilizamos na patria de Maria Slodowska: Polonia.

Suecia é outro dos grandes países nesta clasificación. Foron os grandes especialistas en metalurxia durante os séculos XVIII e XIX, en compañía dos alemáns. Os suecos foron os descubridores das chamadas “terras raras”. Eles atoparon as terras chamadas “ceria e itria” das que se ían obter os metais chamados lantánidos. A tecnoloxía da separación química destas chamadas “terras” era moi complicada e foi desenvolvida por eles.

USA é o quinto gran país representado no sistema periódico. A súa contribución é esencial ao longo de todo o século XX e na actualidade. A súa contribución é derivada de ter creado a tecnoloxía nuclear e o deseño e posta a punto de aceleradores de partículas tremendamente potentes. Pódese comprobar na táboa como hai elementos químicos cuxo descubrimento se adscribe á autoría de varios países: son os elementos novísimos, obtidos por bombardeo nuclear con átomos pesados.

Os rusos son outros dos grandes desta clasificación, aínda que a notable distancia dos anteriores. A súa contribución especial é a da tecnoloxía nuclear. Hai 8 elementos preparados inequivocamente por eles ou compartida a súa autoría cos americanos. Con anterioridade estaban representados tan só polo elemento Rutenio.

Hai algúns outros países con contribucións menores ao sistema periódico, pero que se atopan representados: *Suíza, Austria, Dinamarca, Finlandia, Italia, ...*

De modo particular, nós debemos subliñar a presenza española para significar que, antes coma hoxe, *España* é un país importante na química. Cómpre lembrar que a nosa participación na historia da metalurxia foi trascendental ao longo da historia, e que ao sistema periódico nós aportamos 3 elementos: o Platino, o Volframio e o Vanadio.

4. Os descubridores dos elementos químicos

Parece lóxico, logo de ter escrito sobre cando foron descubertos os elementos químicos e de que países foron os seus descubridores, comentar sobre *quen* foron os descubridores relevantes dos elementos químicos. Mais non imos falar de cada un deles e das súas circunstancias, senón en xeral de cantos elementos descubriron.

Inglaterra é un país que achegou moitos elementos ao sistema periódico e hai varios descubridores que resaltan por riba de todos.

Davy. Descubriu 6 elementos (Na, K, Mg, Ca, Se e Ba). Como xa indicamos relaciónase a súa obtención coa utilización da electrolise.

Wollaston e Tennant. Pola mesma época que Davy, Wollaston, dedicouse a estudar os metais da mena do Platino (xa se descubrira que a “platina” era Platino e outros metais). Dos seus estudos illou o Rodio e o Paladio; pero escapáronse os elementos Osmio e Iridio, que si preparou o seu discípulo Tennant.

Ramsay. Cara finais do século XIX, sir William Ramsay foi quen de comprender que no aire había máis gases que o Osíxeno, o Nitróxeno, o vapor de auga e o dióxido de carbono. Descubrira os Gases Nobres. Foi moi complicada a súa separación pero foron aparecendo todos eles: He, Ne, Ar, Kr e Xe.

Alemaña achegou moitos descubridores de elementos; pero poucos significados por ter descuberto máis de un.

Bunsen e Kirchhoff merecen ser destacados, por ter identificado e preparado o Rubidio e o Cesio.

Na época moderna a escola de Darmstadt ten preparado variados elementos químicos superpesados.

En Francia aparecen varios descubridores dignos de mención.

Le Coq de Boisbaudran: descubriu Ga, Sm e Dy e andou na lea do descubrimento dos lantánidos.

Urbain. Tamén se ocupou de preparar os elementos lantánidos e triunfou na preparación de dous (Yb e Lu).

María Slowdoska e Pierre Curie, considerando á investigadora polaca como francesa. Ambos químicos foron quen de preparar 3 novos elementos químicos (Po, Ra e Rn).

Os EEUU de Norteamérica teñen tamén achegado numerosos elementos químicos en época recente. Deberíamos citar a *Seaborg e Ghiorso* os que, desde 1941 ata principios deste século, estiveron presentes na preparación de máis dunha decena de elementos pesados.

Rusia tamén conta nesta época recente. De modo particular o equipo de investigadores de *Dubnia* que teñen colaborado na identificación de máis dunha ducia de novos elementos superpesados; pero os seus traballos eran máis colectivos que o dos americanos.

Suecia. Deixamos para o final as contribucións dos investigadores suecos por seren moi importantes ao longo do s.XVIII e s.XIX. A súa pegada quedou na química das terras raras e de moitos outros metais de transición. Moitos destes investigadores

forman parte de historia da química: *Bergmann, Scheele, Klaproth, Berzelius, Mosander, Gadolin, Nilson*, etc. Forman parte por dereito propio da historia da química.

Scheele. Descubridor do Cloro; pero tamén do Osíxeno, aínda que a súa historia estea mesturada coa de Priestley e, coma non, coa de Lavoisier.

Mosander. Descubriu o Cerio e estivo implicado directamente na beneficiación do Praseodimio e do Terbio.

Berzelius. Na historia da química por moitos motivos, mais no tocante á táboa periódica por ter descuberto o Silicio e o Selenio, xunto co seu discípulo Ghan.

Klaproth. Tras moitos traballos achegou o descubrimento do Uranio.

Gadolin. Descubridor do Itrio; pero máis famoso por estar no sistema periódico no nome do Gadolinio. Aínda que o nome deste elemento derive do nome do seu mineral: a gadolinita.

5. Elementos químicos con nomes xeográficos e/ou patrióticos

Non deberíamos rematar esta comunicación sen indicar que elementos deben o seu nome ao desexo de inmortalizar o lugar de procedencia do investigador ou do mineral.

Cómpre resaltar que aínda cando o chauvinismo pasa por ser unha característica propia do pobo francés, semella que hai moitos outros países e, particularmente científicos, que se comportan igual.

Francia está representada por 3 elementos referentes: o Galio, o Lutecio e o Francio.

Estados Unidos achega tamén 3 elementos referentes: Americio, Berkelio e Californio.

Alemaña conta con 3 elementos: Xermanio, Hassio e Darmstadtio.

Do mundo clásico derivan 4 elementos relacionados con rexións da antiga Grecia: Cobre, Magnesio, Manganeso e Cadmio.

Rusia achega dúas denominacións de elementos: o Rutenio e o Dubnio.

Cun elemento están representados os países: Escocia (Estroncio), Dinamarca (Hafnio) e Polonia (Polonio).

Mais o país máis representado é a península escandinava e de modo singular Suecia. Ata sete elementos químicos immortalizan esta zona xeográfica: Escandio, Holmio, Tulio, Erbio, Terbio, Iterbio e Itrio. Sinalemos particularmente o caso da pequena cidade mineira sueca de Ytterbi que está representada por catro dos elementos citados.

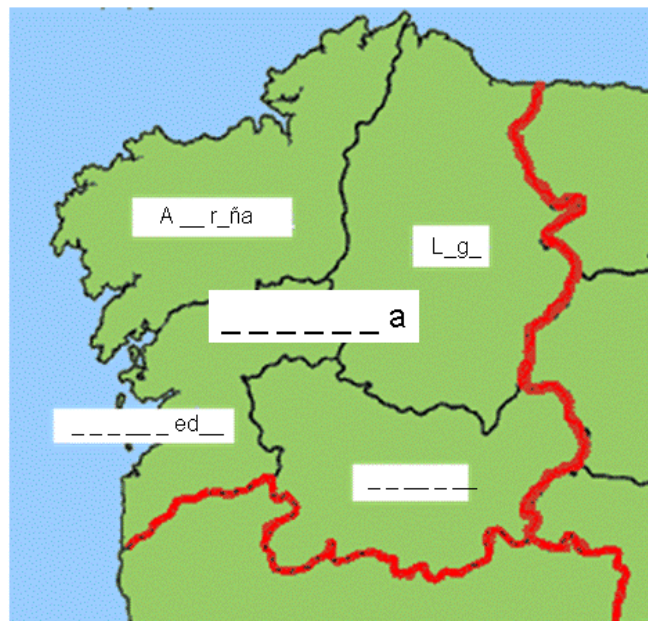
Indiquemos finalmente que son 26 os elementos químicos con estas connotacións xeográficas, máis do 22% dos elementos descubertos.

6. Actividades

1) Completa os ocios cos símbolos dos elementos químicos:

a) O noso país, _ _ _ _ _ a, (Carbono, Litio, Iodo, Galio) está integrada por 4 provincias: A _ _ r _ ña, (Uranio, Cobalto), _ _ g _ (Lutecio e Osíxeno), _ _ _ _ _ ed _ _ (Nitróxeno, Polonio, Teluro, Vanadio e Radio) e _ _ _ _ _ _ (Osíxeno, Uranio, Renio, Nitróxeno, Selenio).

b) Ga Li C I a limita ao norte co mar _ _ _ _ _ r _ _ _ (Calcio, Nitróxeno, Tántalo, Bromo, Iodo, Cobalto), ao leste con _ _ t _ r _ _ _ (Arsénico, Uranio, Iodo), e Le _ _ (Osíxeno, Nitróxeno), no Sur con _ _ rt _ _ _ l (Fósforo, Osíxeno, Uranio, Galio) e ao oeste co océano _ _ _ _ _ _ (Astato, Lantano, Nitróxeno, Titanio, Cobalto).



2) DeSeña o Te U Si S Tema Per I O di Co

a) Algúns científicos dan o seu nome a Elementos Químicos do Sistema Periódico. Constrúe unha táboa periódica destacando os nomes dos elementos con nomes de científicos e úneos coas súas fotografías.

b) Alemaña, Suecia, Reino Unido, USA e Francia son os cinco países que máis elementos químicos teñen achegado ao sistema periódico. Dá cor aos elementos de cada un destes 5 países na táboa periódica. España achegou 3 elementos ao sistema periódico. Cales son? Dálles cor no sistema periódico

H																	He				
Li	Be	V														B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Xe				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Kr				
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh		Uuo				

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

Alemaña: P, Zn, Ge, As, Rb, Zr, Cd, In, Sb, Cs, Re, Bi, Rn, U, Hs, Mt, Ds, Rg, Uub;
Suecia: Li, Si, Cl, Sc, Mn, Co, Ni, Se, Nb, Mo, La, Tb, Er, Tm, Ta, Th, No; **Inglterra:**
H, He, B, N, O, Ne, Na, Mg, Ar, K, Ca, Ti, Xe, Sr, Rh, Pd, Kr, Ba, Os, Ir, Tl; **USA:** At,
Pm, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, Lr, Rf, Db, Sg; **Francia:** Be, F, Cr, Ga, Br,
I, Sm, Eu, Dy, Po, Fr, Ra, Ac; **ESPAÑA:** V, W, Pt

3) Como fixo Mendeleev para predicir as propiedades dos elementos?

Nota: esta actividade é unha tradución doutra na que para a súa realización faise uso dun programa informático. Nós faremos unha adaptación do xeito de traballar de dito programa, para facer dun modo aproximado as predicións que Mendeleev realizara.

Introdución:

Antes da publicación da primeira táboa periódica de Mendeleev no 1869, moitas das propiedades dos elementos Carbono, Silicio e Estaño xa eran comprendidas. Mendeleev deixou libres na táboa espazos para os elementos que hoxe coñecemos como Escandio, Galio e Xermanio. C. A. Winkler en Greiburgo, Alemaña, descubriu o Xermanio en 1886, elo significou un apoio ás predicións de Mendeleev.

Nesta actividade usaredes a vosa táboa periódica, libros de texto e calculadora para facer as mesmas predicións que Mendeleev fixo acerca do Xermanio. Finalmente usaredes este procedemento para predici-las propiedades do elemento 114, que foi xa descuberto, mais as súas propiedades non son aínda moi certas.

Procedemento:

1. Usando a táboa periódica e os libros de texto, completa a información da táboa 1.
2. Introduce os datos das listas L1-L4 na calculadora e logo na táboa 1.
3. Representa $X(L1)$ fronte a $Y(L2)$ cos teus datos da táboa.
4. Atopa a liña de regresión para cada gráfico. Garda a túa ecuación na táboa 2.
5. Estamos tentando determinar información acerca do xermanio ($X=32$). No teu gráfico introduce o número atómico do Xermanio (32), e calcula o valor de Y, que representa o predito para o peso atómico do Xermanio. Garda o resultado na táboa 2.
6. Repite os pasos 3, 4 e 5 comparando L1 cosL3 para atopar os valores preditos para os radios atómicos e L1 con L4 para atopar-las densidades preditas.
7. Introduce os valores preditos nas táboas 2 e 3.
8. Usa o teu libro de texto e a túa táboa periódica para atopar os valores actuais para o Xermanio e introdúceos na táboa 3.
9. Hai algunhas evidencias da existencia do elemento 114 feito preparado polo ser humano. Axústanse ao grupo 14 da táboa periódica; sen embargo, as súas características non son ben entendidas. Usando as mesmas técnicas que

Mendeleev para a predición das propiedades do Xermanio, atopa a información requirida na táboa 4 usando os datos dispoñibles para tódolos elementos do grupo 14.

Predición das propiedades dos elementos

Táboa 1: Propiedades do Carbono, Silicio e Estaño

Elemento	Número atómico (L1)	Peso atómico (L2)	Radio atómico L(3)	Densidade (L4)
Carbono				
Silicio				
Estaño				

Táboa 2: Ecuación de regresión e Valores preditos

Número atómico vs.	Ecuación de regresión	Valor predito
Peso atómico		
Radio atómico		
Densidade		

Táboa 3: Valores preditos e Valores reais para o Xermanio

Xermanio	Peso atómico	Radio atómico	Densidade
Valores preditos			
Valores reais			

Táboa 4: Valores preditos para o elemento Z=114

Elemento Z=114	Peso atómico	Radio atómico	Densidade
Valores preditos			

Bibliografía

1.- M. R. Bermejo e R. Cid;

- “*Mercado de valores: 113 e 115 soben, 116 e 118 baixan (Especulación na Táboa Periódica)*”, XVII Congreso de Enciga, **2004**, 53 e referencias citadas

2.- M. R. Bermejo, A. M. González Noya, M. Vázquez:

- “*A nomenclatura química na Historia*”, XII Congreso de Enciga, **1999**, 83, e referencias citadas.

- “*O nome e o símbolo dos elementos químicos*”. Ed. Xunta de Galicia, Secretaría Xeral de Política Lingüística, Centro Ramón Piñeiro para a investigación en Humanidades, Santiago de Compostela, **2006**.

3.- M. R. Bermejo, Ana González Noya, “*O nome e o símbolo dos elementos químicos*”, XVIII Congreso de Enciga, **2005**, 73.

4.- P. Román Polo,;

- El profeta del orden químico: Mendeléiev. Nivola: Tres Cantos, 2002.

- a) *Anales de Química*, 95, **1999**, 28; b) *Anales de Química*, 95, **1999**, 23; c) *Anales de Química*, 97, **2001**, 28; *Anales de Química* 101, **2005**, 42.