

# Pascual Royo Gracia, Premio de Investigación de la Real Sociedad Española de Química

**E**l Profesor Pascual Royo, Catedrático de Química Inorgánica en la Universidad de Alcalá de Henares, ha visto reconocida su trayectoria científica con el Premio de Investigación de la Real Sociedad Española de Química. Una trayectoria que, si en lo intelectual ha abordado la química de diferentes elementos desde el Ti hasta el Ti, en lo geográfico ha cubierto una buena parte del mapa español.

Pascual Royo se licenció en Ciencias Químicas por la Universidad de Zaragoza en 1961 y se doctoró por la misma Universidad en 1967. Podría parecer una circunstancia normal con sólo estos datos, pero no lo era. Entre ambas fechas Pascual Royo había trabajado dos años en las Industrias Químicas del Ebro (dedicadas a la producción de silicatos sódico y potásico) y había decidido abandonar este trabajo para seguir su vocación universitaria, desplazándose a Oviedo para iniciar la tesis doctoral con la dirección del Profesor Rafael Usón. Una apuesta arriesgada y valiente en aquellos tiempos inciertos en los que, tras muchos años sin que existieran oposiciones, no parecía que la Universidad fuese a abrirse y aumentar sus plantillas como luego ocurrió. Fueron aquellos sin duda unos momentos importantes en los que, junto con Víctor Riera González

(ahora catedrático de Química Inorgánica en Oviedo), se constituyó el germen que algo más tarde daría lugar, en Zaragoza, a la primera y más prolífica escuela de Química Organometálica del país.

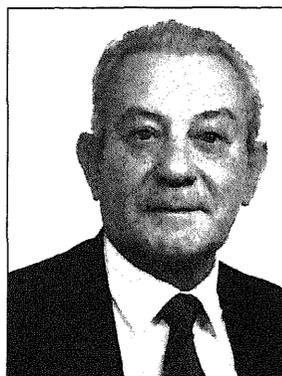
Tras un período de poco más de un año en Zaragoza, Pascual Royo se trasladó a realizar estudios postdoctorales con el Profesor Nyholm en el University College de Londres. Se encontró allí, por primera vez, con la Química Organometálica y con un grupo orgánico, el  $C_6F_5$ , que acabaría convirtiéndose en el buque insignia de la investigación zaragozana en química organometálica.

Entre 1969 y 1972, como Profesor Adjunto en Zaragoza, tuvo buena parte de responsabilidad en el desarrollo inicial de la química organometálica de Au, Pd, Pt y Tl con pentafluorofenilo, de la que siguen recogiendo frutos todavía treinta años más tarde, sin que se aprecien síntomas de agotamiento.

En 1972 obtuvo la plaza de Catedrático en Badajoz, trasladándose en 1974 a la de Murcia para recalcar de modo permanente en la Universidad de Alcalá de Henares en 1978.

Fueron aquellos tiempos de mudanzas complicadas, en los que a menudo había que empezar las cosas desde cero, con pocos medios y frecuentemente un ambiente poco comprensivo, cuando no contrario a los cambios hacia la modernidad que el entusiasmo de Pascual Royo se empeñaba en producir allá donde fuera.

Esta movilidad, dura y ahora impensa-



ble, fue en su momento enriquecedora como experiencia personal y para la productividad científica, si midiéramos ésta exclusivamente por el número de publicaciones. Pero hay otras lecturas y este período estaba produciendo otros frutos también científicos: El contagio de una vocación a las nuevas generaciones de licenciados con los que

entraba en contacto y la evolución temática hacia los desafíos de los primeros grupos de transición. Podrían destacarse muchas cosas en Pascual Royo, como sus cerca de 200 publicaciones, sus patentes, su dirección de más de 40 tesis doctorales, sus anteriores premios (Humboldt, en 1991; Premio Consejo Social de la U. Alcalá de Henares, en 1993; Premio Profesores Visitantes Iberdrola, en 1993) o sus innumerables servicios a la comunidad científica nacional e internacional como miembro de diversas comisiones, paneles editoriales y paneles de evaluación.

Podría y debería destacarse en el contexto del Premio al que aludimos su responsabilidad y decisivo protagonismo en la constitución del Grupo Especializado de Química Organometálica de la Real Sociedad Española de Química en 1980, grupo que presidió hasta 1988. Sin embargo, sin menoscabo alguno de todo lo anterior, habría que destacar por encima de todo algo que no aparece reflejado en ningún currículum, pero puede leerse fácilmente en los ojos y la actitud diaria de Pascual Royo: el entusiasmo por la Química y la Universidad que sigue en él tan vivo hoy como el día en que tomó la decisión de hacer la maleta y marchar a Oviedo para cambiar su vida y entregarse a una vocación irresistible y apasionada.

DEBERIA DESTACARSE  
EN EL CONTEXTO DEL  
PREMIO SU  
RESPONSABILIDAD Y  
DECISIVO  
PROTAGONISMO EN  
LA CONSTITUCION DEL  
GRUPO  
ESPECIALIZADO DE  
QUIMICA  
ORGANOMETALICA DE  
LA REAL SOCIEDAD  
ESPAÑOLA DE  
QUIMICA.

# Elementos químicos descubiertos en el siglo XIX (1801-1900)



*Tras el gran avance conseguido con las ideas de la Ilustración y su aplicación al campo de la ciencia y la tecnología, el siglo XIX siguió la pauta marcada por el siglo precedente y en sus 100 años de historia se incorporaron 53 nuevos elementos químicos a los 30 conocidos a finales del siglo XVIII. En el año 1900 se conocían 83 elementos químicos. Este esfuerzo se debió al enorme desarrollo alcanzado por las nuevas teorías, la aplicación de técnicas científicas revolucionarias y el descubrimiento de fenómenos físicos y químicos de enorme trascendencia para el desarrollo científico y tecnológico. También jugaron un papel decisivo el Primer Congreso Internacional de Química (Karlsruhe, 1860) y la revolución industrial que se desarrolló a lo largo de todo el siglo.*



La búsqueda de los elementos químicos ha sido una de las aventuras científicas más increíbles donde ha colaborado toda la humanidad, aunque la incorporación de los nuevos elementos a su patrimonio se ha producido de forma irregular y con desigual participación de los distintos países. En un artículo recientemente publicado en los Anales de la Real Sociedad Española de Química [1] se presentó una panorámica de los elementos químicos descubiertos desde los comienzos de la humanidad hasta el inicio del siglo XIX, destacando el papel que jugaron cuatro científicos españoles en el hallazgo del platino (Antonio de Ulloa, Colombia, 1748), wolframio (Juan José y Fausto Delhuyar, Vergara (Guipúzcoa), 1783) y vanadio (Andrés Manuel del Río, México, 1801). A comienzos de 1998 apareció una publicación sobre la recepción de la teoría atómica química por los químicos españoles, que permite analizar la situación de la Química en España durante la mayor parte del siglo XIX [2]. En la actualidad se conocen 115 elementos químicos, con la incorporación del elemento de número atómico 114 a finales de 1998 por científicos rusos del Instituto de Investigación Nuclear de Dubna apoyados por investigadores americanos del Lawrence Livermore National Laboratory, y hace tan sólo unos días investigadores americanos del Lawrence Berkeley National Laboratory, la Universidad de California y la Oregon State

University han ratificado el aislamiento del elemento 114 y han comunicado el descubrimiento de los elementos 116 y 118 [3]. Es muy probable, que se descubran en breve los elementos químicos de número atómico 113, 115 y 117.

En el presente trabajo se muestran los elementos químicos aislados en el siglo XIX desde 1801 hasta 1900, que sigue la pauta marcada por el siglo precedente y en sus 100 años de historia se incorporaron 53 nuevos elementos químicos a los 30 conocidos a finales del siglo XVIII. En el año 1900 se conocían 83 elementos químicos. Este esfuerzo se debió al enorme desarrollo alcanzado por las nuevas teorías, la aplicación de técnicas científicas revolucionarias y el descubrimiento de fenómenos físicos y químicos de enorme trascendencia para el progreso científico y tecnológico. Entre las primeras hay que destacar: la teoría de la combustión de Lavoisier (1789), la teoría atómica de Dalton (1808), la ley de Avogadro (1811) y la clasificación periódica de Mendeleev (1869); entre las segundas: la pila de Volta (1800), la espectroscopía (1860), la aplicación de las técnicas de vacío (1890) y la destilación fraccionada (ca 1894); entre las últimas: la electrólisis (1800) y la radiactividad natural (1898). También

jugaron un papel decisivo el Primer Congreso Internacional de Química (Karlsruhe, 1860) y la revolución industrial que se desarrolló a lo largo de todo el siglo.

## INTRODUCCIÓN



Pascual Román Polo  
Departamento de  
Química Inorgánica,  
Universidad del País Vasco,  
Apartado 644, E-48080 Bilbao,  
E-mail: qipropop@lg.ehu.es

El siglo XIX destaca sobre las demás centurias porque se hallaron más de medio centenar de nuevos elementos químicos como puede verse en la Tabla 1. En las columnas A y B se indican los elementos conocidos al inicio y final de cada periodo, respectivamente. Las columnas C y D recogen los nuevos elementos encontrados a lo largo del periodo en valor absoluto y en porcentaje. En la tabla se muestra el gran avance que se produjo en este siglo comparado con los

siglos precedentes y posterior. El espectacular incremento experimentado en los cien años del siglo XIX supera con creces al alcanzado durante los quinientos años de los siglos XV, XVI, XVII, XVIII y XX. Los nuevos elementos químicos descubiertos permitieron el gran avance de la ciencia y la tecnología en general, y de la física y la química, en particular. Apareció un interés inusitado por la búsqueda y aplicación de nuevos productos químicos y se produjo el despertar de la química industrial. Se definieron nuevas

áreas dentro del tronco común de la Química y las jóvenes ramas pronto cobraron gran importancia. Entre ellas destacaron: la Química Analítica, la Química Física, la Química Industrial, la Química Inorgánica y, sobre todo, la Química Orgánica. A finales del siglo XIX aparecieron tímidamente tres débiles ramas que adquirieron gran relevancia a lo largo del siglo XX: la Química de la Coordinación, la Química del Estado Sólido y la Química Organometálica. (Tabla 1).

las cuales el color es una de las más importantes-, el origen geográfico, el nombre de los minerales o menas de los que se les extrajo, la mitología, las supersticiones y los nombres de cuerpos celestes fueron la fuente de inspiración para atribuir los nombres de los elementos descubiertos en este periodo [4, 5]. (Tabla 2).

La Tabla 3 muestra los 115 elementos químicos descubiertos desde la antigüedad hasta el año 1999. La primera

En las Tablas 4-7 se recogen los nombres de los elementos aislados en el siglo XIX junto con el año de su descubrimiento, el símbolo, el número atómico y un breve comentario sobre el origen de su nombre y el descubridor o descubridores [6, 7]. Los elementos químicos se muestran en las tablas ordenados cronológicamente y cuando aparece más de un elemento en el mismo año se clasifican por orden alfabético de su nombre. El periodo más fértil en la historia del aislamiento de los elementos químicos tuvo lugar entre 1801 y 1808 (Tabla 4). En él se aislaron 15 nuevos elementos y se debió a la comprensión y aplicación de la nueva técnica de la electrólisis. En este espacio de tiempo se aislaron un gran número de elementos de los grupos 1 y 2. Sin lugar a dudas, la mayor aportación científica se debió al británico Humphry Davy, que descubrió 7 nuevos elementos químicos (K, 1807; Na, 1807; Ba, 1808; B, 1808; Ca, 1808; Mg 1808 y Sr, 1808), aunque el aislamiento del boro se le atribuye a él conjuntamente con los franceses Joseph Louis Gay-Lussac y Louis Jacques Thénard (Tabla 4). Otros dos científicos británicos aislaron cada uno de ellos dos nuevos elementos: Smithson Tennant (Ir, 1803 y Os, 1803) y William Hyde Wollaston (Pd, 1803 y Rh, 1803). (Tabla 4).

En la Tabla 5 se presentan los trece elementos químicos descubiertos entre 1811 y 1843. En este periodo hay que resaltar el trabajo científico de dos grandes científicos suecos Carl Gustav Mosander y Jöns Jakob Berzelius que aislaron cuatro (La, 1839; Er, 1843; Y, 1843 y Tb, 1843) y tres (Se, 1817; Si, 1824 y Th, 1828) elementos químicos, respectivamente. En esta época se advierte un largo espacio de más de diez años de inactividad sin hallar ningún nuevo elemento (1828-1839). Sin embargo, se descubrieron algunos elementos de gran importancia en el reino mineral, que a pesar de su abundancia, no habían podido ser aislados con anterioridad por los científicos, como el silicio (1824) y el aluminio (1827). (Tabla 5).

**TABLA 1. ELEMENTOS QUÍMICOS DESCUBIERTOS DESDE 1401 HASTA 1999**

Periodo	Nº elementos conocidos		Nº elementos hallados	
	(A)	(B)	(C) <sup>a</sup>	(D) <sup>b</sup>
1401-1500	11	13	2	18
1501-1600	13	13	0	0
1601-1700	13	14	1	8
1701-1800	14	30	16	114
1801-1900	30	83	53	177
1901-1999	83	115	32	39

<sup>a</sup> C = B-A. <sup>b</sup> D = (C/A)x100.

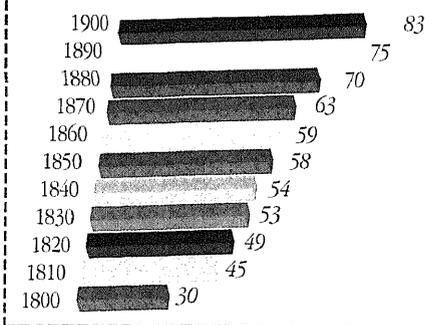
El siglo XVIII fue testigo de la definición de la Química como una ciencia moderna gracias a los esfuerzos de un gran número de químicos europeos, entre los que destaca con luz propia el francés Antoine Laurent Lavoisier. Sus aportaciones fueron recogidas en su magistral obra *Traité élémentaire de chimie* (1789). Una vez asentados los principios de la nueva ciencia, el siglo XIX recogió este legado científico para seguir avanzando en la búsqueda de nuevos elementos con renovado espíritu investigador (Figura 1). Un gran número de científicos europeos -farmacéuticos, físicos, geólogos, metalúrgicos, mineralogistas y químicos- inscribieron sus nombres en la lista de los hombres de ciencia que lograron avances en este campo. (Figura 1)

### DESCUBRIMIENTO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL PERIODO 1801-1843

Los nombres de los elementos químicos que se asignaron en el periodo 1801-1900 aparecen reflejados en la Tabla 2. Las propiedades o características del elemento descubierto -entre

Figura 1

*Evolución del descubrimiento de los elementos químicos en el siglo XIX*



columna contiene el periodo, la segunda el número de elementos descubiertos en él, la tercera el incremento de los elementos aislados ( $\Sigma EQ$ ) y la cuarta columna los elementos con su símbolo y el año de su descubrimiento entre paréntesis. Para una más fácil comparación, se toman periodos temporales de 25 años a partir del año 1750. Hay dos etapas que destacan sobre las restantes: 1801-1825 y 1876-1900 donde se descubrieron 20 y 19 elementos químicos, respectivamente. (Tabla 3).

**TABLA 2. LOS NOMBRES DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL PERIODO 1801-1900**

Época del descubrimiento	Tipos de nombres	Comentarios
1801-1843	Mineral o mena	Típica costumbre de este período: 19 elementos.
	Mitología o superstición	6 de los 8 elementos con nombres mitológicos son de esta época.
	Cuerpos celestes	Asociados a planetas, satélites y asteroides.
	Propiedad	Costumbre muy común en este período.
	Color	La mitad de los elementos con nombres de color son de esta época.
1860-1900	Color	La otra mitad de estos elementos.
	Geográficos	Nueva costumbre, 9 de los 16 elementos con nombres geográficos.
	Mineral o mena	3 elementos, los últimos de este tipo.
	Propiedad o característica	Típica costumbre de este período, 8 de los 14 elementos de este tipo.

reto supuso un acicate para algunos científicos que trataron de poner a prueba el hallazgo del gran químico ruso. (Tabla 6).

El período comprendido entre 1886 y 1900 fue una época de gran actividad científica en el que se descubrieron once nuevos elementos químicos (Tabla 7). El francés Henri Moissan aisló en 1886 el flúor, un elemento difícil de separar. La aplicación de las técnicas de vacío, el empleo de la destilación fraccionada y el hallazgo de la radiactividad natural permitieron el descubrimiento de la mayor parte de los elementos encontrados en esta época. En tan sólo siete años (1894-1900) se separaron los gases nobles restantes gracias a los esfuerzos de Robert

**TABLA 3. ELEMENTOS QUÍMICOS DESCUBIERTOS DESDE LA ANTIGÜEDAD HASTA 1999**

Período	Nº Elem.	ΣEQ	Elemento (Año)
< 1750	16	16	C, S, Cu <sup>b</sup> , Au <sup>c</sup> , Sn <sup>d</sup> , Fe <sup>d</sup> , Ag <sup>d</sup> , Pb <sup>d</sup> , Hg <sup>e</sup> , Zn <sup>f</sup> , As (1250?), Bi (1450?), Sb (1492?), P(1669), Co (1735), Pt (1748)
1751-1775	6	22	Ni (1751), H (1766), N (1772), Cl (1774), Mn (1774), O (1774)
1776-1800	8	30	Mo (1781), Te (1782), W (1783), U (1789), Zr (1789), Ti (1791), Cr (1797), Be (1798)
1801-1825	20	50	Nb (1801), V (1801), Ta (1802), Ce (1803), Ir (1803), Os (1803), Pd (1803), Rh (1803), K (1807), Na (1807), Ba (1808), B (1808), Ca (1808), Mg (1808), Sr (1808), I (1811), Cd (1817), Li (1817), Se (1817), Si (1824)
1826-1850	8	58	Br (1826), Al (1827), Th (1828), La (1839), Er (1842), Y (1843), Tb (1843), Ru (1844)
1851-1875	6	64	Cs (1860), Rb (1861), Tl (1861), In (1863), He (1868), Ga (1875)
1876-1900	19	83	Sc (1876), Ho (1878), Yb (1878), Sm (1879), Tm (1879), Gd (1880), Nd (1885), Pr (1885), Dy (1886), F (1886), Ge (1886), Ar (1894), Kr (1898), Ne (1898), Po (1898), Ra (1898), Xe (1898), Ac (1899), Rn (1900)
1901-1925	5	88	Eu (1901), Lu (1907), Pa (1913), Hf (1923), Re (1925)
1926-1950	10	98	Tc (1937), Fr (1939), At (1940), Np (1940), Pu (1940), Pm (1941), Am (1944), Cm (1944), Bk (1949), Cf (1950)
1951-1975	8	106	Es (1952), Fm (1952), Md (1955), No (1958), Lr (1961), Rf (1964), Db (1967), Sg (1974)
1976-1999	9	115	Bh (1981), Mt (1982), Hs (1984), 110 (1994), 111 (1994), 112 (1996), 114 (1998), 116 (1999), 118 (1999)
TOTAL		115	

<sup>a</sup> Prehistoria. <sup>b</sup> 9000 a C. <sup>c</sup> 5000 a C. <sup>d</sup> 3000 a C. <sup>e</sup> 2000 a C. <sup>f</sup> 1400 a C.

## DESCUBRIMIENTO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL PERIODO 1860-1900

Durante el período comprendido entre 1844 y 1860 no se encontraron nuevos elementos químicos a pesar de coincidir con una época de paz en Europa en la que Gran Bretaña detentó la hegemonía, aunque en los Estados Unidos de América se preparaba la Guerra de Secesión (1861-1865). En 1860 se inicia una época de gran actividad científica y se aislaron catorce nuevos elementos entre este año y 1885 (Tabla 6). La aplicación de la espectroscopía por Robert Wilhelm Bunsen y Gustav Robert Kirchhoff condujo al aislamiento de los primeros ele-

mentos descubiertos por esta técnica (Cs, 1860 y Rb, 1861), que se siguió aplicando con éxito en esta época por otros científicos. Así, en 1868 Pierre Jules Cesar Janssen descubrió el primer gas noble: el helio, durante un eclipse solar. A partir de distintos minerales se encontró un importante número de tierras raras (Ho, 1878; Yb, 1878; Sm, 1879; Tm, 1879; Gd, 1880; Nd, 1885 y Pr, 1885).

Cuando Dimitri Ivánovich Mendeleev propuso en 1869 su clasificación periódica de los elementos químicos tan sólo se conocían 63 elementos; sin embargo, en base a su ordenamiento de pesos crecientes fue capaz de predecir la presencia de nuevos elementos que fueron confirmados algunos años más tarde. Este

John Strutt, Williams Ramsay y Morris William Travers (Ar, 1894; Kr, 1898; Ne, 1898 y Xe, 1898) y Friedrich Ernst Dorn (Rn, 1900).

Aunque el uranio fue descubierto por el químico alemán Martin Henrich Klaproth (1789), el fenómeno de la radiactividad natural fue comprendido casi un siglo después, a finales del siglo XIX, y los primeros metales radiactivos fueron aislados por Pierre y Marie Curie (Po, 1898 y Ra, 1898) y André Louis Debierne (Ac, 1899). El siglo XIX terminó de forma espectacular, del mismo modo que había comenzado. Recordaremos que entre 1801 y 1808 se descubrieron quince nuevos elementos y en el período 1894-1900 se aislaron

TABLA 4. ELEMENTOS QUÍMICOS DESCUBIERTOS ENTRE 1801 Y 1808

Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Niobio	1801	Nb	41	Niobe era la hija de Tántalo en la mitología griega. El niobio recibió este nombre porque se parecía al tántalo. Fue descubierto por <i>Charles Hatchett</i> en la misma mena en que fue descubierto el tántalo y le dio el nombre de <i>columbio</i> . En 1846, <i>Heinrich Rose</i> propuso el nombre de niobio.
Vanadio	1801	V	23	Vanadis, sobrenombre de la diosa Freya, diosa escandinava de la belleza. El nombre fue acuñado en 1830 por los suecos <i>Niels Gabriel Sefström</i> y <i>Jöns Jakob Berzelius</i> por los compuestos multicolores que forma. Se atribuye su descubrimiento a <i>Sefström</i> , aunque parece que el primero en descubrirlo fue el español <i>Andrés Manuel del Río</i> en el mineral vanadinita en 1801.
Tántalo	1802	Ta	73	Tántalo, padre de Niobe e hijo de Júpiter, fue condenado a sufrir, estando su cuello en el agua, sin embargo, no podía beber de ella. <i>Anders Gustav Ekeberg</i> fue quien lo descubrió.
Cerio	1803	Ce	58	Ceres fue el primer asteroide que se descubrió en 1801, dos años antes que el elemento. Ceres era la diosa romana del grano y las cosechas. El cerio fue descubierto por <i>Wilhelm Hisinger</i> .
Iridio	1803	Ir	77	Iris (gr) = arco iris. Las disoluciones de compuestos de iridio muestran una gran variedad de colores. Aislado por <i>Smithson Tennant</i> .
Osmio	1803	Os	76	Osme (gr) = olor. El OsO <sub>4</sub> volátil muestra un olor fuerte y desagradable. Fue descubierto por <i>Smithson Tennant</i> .
Paladio	1803	Pd	46	Palas fue el segundo asteroide descubierto en 1802. Palas Atenea era la diosa griega de la sabiduría. El paladio fue descubierto por <i>William Hyde Wollaston</i> .
Rodio	1803	Rh	45	Rhodon (gr) = rosa. Debe su nombre al color rojo de las disoluciones de las sales de rodio. Fue descubierto por <i>William Hyde Wollaston</i> .
Potasio	1807	K	19	Al-quali (ar) = Kalium (ger, lat, sue) = la ceniza. El "mineral" es ceniza. Cuando las plantas son quemadas, queda la ceniza. Esta es extraída con agua y la solución evaporada en un recipiente de hierro. El sólido producido se llamó álcali vegetal y luego potasa (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ). Aislado por <i>Humphry Davy</i> de la potasa cáustica (KOH) fundida por electrólisis.
Sodio	1807	Na	11	Suwwad (ar) = nombre de una planta con alto contenido en soda (carbonato de sodio). Sodanum (lat medieval) = remedio contra el dolor de cabeza. El símbolo del elemento deriva de natrium (lat). Neter (heb) = nitrum (lat) = natron, nombre para designar las sustancias alcalinas (en la antigüedad). Aislado por <i>Humphry Davy</i> .
Bario	1808	Ba	56	Barys (gr) = pesado. El bario era el metal presente en la barita (BaO) y en el espato pesado (BaSO <sub>4</sub> ). Descubierto por <i>Humphry Davy</i> .
Boro	1808	B	5	Bauraq (ar) = burah (per) = borax, mineral en el que fue descubierto. Fue descubierto por <i>Joseph Louis Gay-Lussac</i> y <i>Louis Jacques Thénard</i> y <i>Humphry Davy</i> .
Calcio	1808	Ca	20	Kylix (gr) = calx (lat) = cal. Calcinare (lat medieval) = calcinación, significa reducir a cal. Descubierto por <i>Humphry Davy</i> por electrólisis de una mezcla de lima (CaO) y óxido de mercurio (HgO). Es un metal muy abundante.
Magnesio	1808	Mg	12	Magnesia, distrito de la antigua Grecia. Magnesia alba (lat) = magnesia blanca, MgCO <sub>3</sub> . El magnesio fue aislado por <i>Humphry Davy</i> por electrólisis de una mezcla de magnesia (MgO) y óxido de mercurio (HgO).
Estroncio	1808	Hf	72	Strontian, ciudad de Escocia. El elemento se halla en la estroncianita (SrCO <sub>3</sub> ). Fue preparado por métodos electrolíticos por <i>Humphry Davy</i> .

ar = árabe; gr = griego; heb = hebreo; lat = latín; per = persa; sue = sueco.

otros ocho nuevos elementos. Es decir, en tan sólo quince años se hallaron 23 nuevos elementos químicos correspondiendo su descubrimiento con dos de las épocas de mayor capacidad creadora en Europa, en las que la ciencia y la tecnología se dieron la mano para conseguir dos momentos estelares en la historia de la ciencia. (Tabla 7).

## CONCLUSIONES

En el periodo analizado (1801-1900) se pueden constatar algunos aspectos relevantes, que permitieron el gran desarrollo científico, que condujo al hallazgo de 53 nuevos elementos químicos. Las conclusiones más destacables son:

1. Durante el siglo XIX los científicos europeos descubrieron 53 nuevos elementos químicos. Es decir, más elementos que los hallados en los quinientos años de los siglos XV, XVI, XVII, XVIII y XX.
2. En el siglo XIX sólo descubrieron elementos químicos los científicos europeos, principalmente, alemanes, británicos, franceses, rusos y suecos.
3. España deja de estar presente en el descubrimiento de nuevos elementos químicos, a excepción del aislamiento del vanadio por Andrés Manuel del Río (México, 1801). España pierde la senda de la ciencia y sus colo-

nias de ultramar, desangrada en guerras fratricidas.

4. A finales del siglo XIX aparece por vez primera una mujer entre los científicos que aislaron nuevos elementos químicos en este periodo: Marie Curie (Polonio y radio, 1898).
5. La celebración del Primer Congreso Internacional de Química en Karlsruhe (1860) tuvo una gran importancia para debatir cuestiones químicas que afectaron al desarrollo ulterior de la Química.
6. La revolución industrial, que se desarrolló durante todo el siglo XIX, jugó

TABLA 5. ELEMENTOS QUÍMICOS DESCUBIERTOS ENTRE 1811 Y 1843

Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Iodo	1811	I	53	Ioeides (gr) = de color violeta. Toma el nombre del color de sus vapores. Descubierto por <i>Bernard Courtois</i> .
Cadmio	1817	Cd	48	Kadmeia (gr) = Cadmia (lat) = nombre antiguo dado a la calamina o carbonato de cinc. Se encontró en las impurezas de la calamina. Kadmeia se encontraba en la antigua Grecia. Descubierto por <i>Friedrich Stromeyer</i> .
Litio	1817	Li	3	Lithos (gr) = piedra. El litio fue descubierto en compuestos procedentes del mundo mineral. Se creía que el litio sólo se presentaba en minerales, en contraste con el sodio y potasio. Aislado por el sueco <i>Johan August Arfvedson</i> .
Selenio	1817	Se	34	Selene (gr) = luna. El selenio se parece al telurio en sus propiedades y por ello se le dio un nombre similar. Descubierto por <i>Jöns Jakob Berzelius</i> .
Silicio	1824	Si	14	Sillex (lat) = pedernal o piedra dura. El silicio fue identificado en el pedernal. Fue descubierto por <i>Jöns Jakob Berzelius</i> .
Bromo	1826	Br	35	Bromos (gr) = olor pestilente. Toma su nombre del olor desprendido por el propio elemento. Descubierto por <i>Antoine Jérôme Balard</i> .
Aluminio	1827	Al	13	Alumen (lat) = alumbre. El alumbre es el nombre dado al sulfato de potasio y aluminio, que en la antigüedad se utilizaba como astringente y como mordiente para los tintes. Fue descubierto por <i>Friedrich Wöhler</i> .
Torio	1828	Th	90	Tor era el dios de la guerra en la mitología escandinava. El torio fue descubierto en un mineral noruego, más tarde llamado torita, por el sueco <i>Jöns Jakob Berzelius</i> .
Lantano	1839	La	57	Lanthanein (gr) = ocultar, esconder. Un elemento, distinto del cerio, se hallaba oculto en la cerita desde el descubrimiento del cerio en 1803. Fue descubierto por <i>Carl Gustav Mosander</i> .
Erbio	1843	Er	68	En 1843, <i>Carl Gustav Mosander</i> mostró que la antigua itria, tierra rara descubierta por Gadolin en 1794, en realidad estaba constituida por tres elementos diferentes: itria, erbia y terbia. De la erbia se separaron cinco óxidos, conocidos ahora como: erbia, escandia, holmia, tulia e iterbia.
Itrio	1843	Y	39	Obtenido por <i>Carl Gustav Mosander</i> de la tierra rara itria.
Terbio	1843	Tb	65	Aislado de la tierra rara itria (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) donde se hallaba en forma de impureza por el químico sueco <i>Carl Gustav Mosander</i> .
Rutenio	1844	Ru	44	Rhutenia (lat) = Rusia. El elemento fue descubierto por el estoniano <i>Karl Karlovich Klaus</i> a partir de las menas del platino procedente de los Urales. Es posible que el químico polaco <i>Jedrzej Sniadecki</i> fuera el primero en aislar el rutenio a partir de minerales de platino en 1807, aunque su trabajo no fue ratificado. Le dio el nombre de vestio.

gr = griego; lat = latín.

TABLA 7. ELEMENTOS QUÍMICOS DESCUBIERTOS ENTRE 1886 Y 1900

Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Disprosio	1886	Dy	66	Dysprositos (gr) = difícil de obtener. Este lantánido fue difícil de obtener. Descubierto por <i>Paul Emile Lecoq de Boisbaudran</i> .
Flúor	1886	F	9	Fluere (lat) = fluir o fundir. Fluor lapis = espato de flúor (CaF <sub>2</sub> ). El espato de flúor ha sido utilizado en metalurgia como fundente. Fue descubierto por <i>Henri Moissan</i> .
Germanio	1886	Ge	32	Germania (lat) = Alemania. El germanio fue descubierto por el alemán <i>Clemens Alexander Winkler</i> , quien le dio el nombre para honrar a su patria.
Argón	1894	Ar	18	Argos (gr) = inactivo, sin acción. El argón era considerado como un elemento no reactivo. Descubierto por <i>Robert John Strutt (Lord Rayleigh)</i> y <i>Williams Ramsay</i> .
Kriptón	1898	Kr	36	Kriptos (gr) = oculto. Después de destilar N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> y Ar del aire líquido, todavía había otro elemento (Kr) escondido en el líquido. Descubierto por <i>Williams Ramsay</i> y <i>Morris William Travers</i> .
Neón	1898	Ne	10	Neos (gr) = nuevo, el sufijo -on por su analogía con el argón. Todavía se descubrió otro nuevo gas noble en el aire líquido. Kr y Ar habían sido descubiertos recientemente. Descubierto por <i>Williams Ramsay</i> y <i>Morris William Travers</i> .
Polonio	1898	Po	84	El polonio fue el primer elemento descubierto por <i>Marie Curie</i> . Le dio el nombre de polonio para honrar a su patria de origen aunque el elemento fue descubierto en Francia.
Radio	1898	Ra	88	Radius (lat) = rayo. Un metal radioactivo. Descubierto por <i>Pierre y Marie Curie</i> .
Xenón	1898	Xe	54	Xenos (gr) = extraño. El sufijo -on se utilizó para indicar que se trata de un gas noble. Se obtuvo a partir del residuo dejado después de evaporar los componentes del aire líquido. Descubierto por <i>Williams Ramsay</i> y <i>Morris William Travers</i> .
Actinio	1899	Ac	89	Aktinos (gr) = haz, rayo. Elemento radioactivo descubierto por <i>André Louis Debierne</i> .
Radón	1900	Rn	86	Radius (lat) = rayo. El sufijo -on se utiliza para indicar un gas noble. El radón fue emitido por el radio en su desintegración radioactiva. Descubierto por <i>Friedrich Ernst Dorn</i> .

gr = griego; lat = latín.

TABLA 6. ELEMENTOS QUÍMICOS DESCUBIERTOS ENTRE 1860 Y 1885

Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Cesio	1860	Cs	55	Caesius (lat) = gris azulado. El cesio presenta en su espectro de emisión dos líneas grises azuladas fuertes. Fue descubierto por <i>Robert Wilhelm Bunsen</i> y <i>Gustav Robert Kirchhoff</i> .
Rubidio	1861	Rb	37	Rubidius (lat) = rojo oscuro. El rubidio presenta dos líneas rojas en su espectro de emisión. Descubierto por <i>Robert Wilhelm Bunsen</i> y <i>Gustav Robert Kirchhoff</i> .
Talio	1861	Tl	81	Thallos (gr) = Thallus (lat) = tallo verde. El talio muestra una línea verde fuerte en su espectro de emisión. Fue descubierto por <i>William Crookes</i> .
Indio	1863	In	49	Indicum (lat) = índigo. El indio posee en su espectro de emisión líneas azul índigo. El pigmento índigo tomó su nombre de indicon (gr) aludiendo a su procedencia de la India. Aislado por <i>Ferdinand Reich</i> y <i>Hieronimus Theodore Richter</i> .
Helio	1868	He	2	Helios (gr) = sol. Deducido a partir del examen espectroscópico de la corona solar durante un eclipse en 1868 por <i>Pierre Jules Cesar Janssen</i> . Se pensó que el helio no existía en la tierra.
Galio	1875	Ga	31	Gallia (lat) = Francia. El galio fue descubierto por el francés <i>Paul Emile Lecoq de Boisbaudran</i> , quien dio el nombre al elemento para honrar a su país.
Escandio	1876	Sc	21	Scandia (lat) = Escandinavia. El sueco <i>Lars Fredrick Nilson</i> descubrió el escandio en los minerales euxenita y gadolinita, que hasta entonces sólo se hallaban en Escandinavia.
Holmio	1878	Ho	67	Holmia (lat) = Estocolmo. Aunque sus bandas espectrales de absorción fueron halladas en 1878 por el francés <i>Louis Soret</i> , fue el sueco <i>Per Teodor Cleve</i> , nacido en Estocolmo, quien lo descubrió trabajando con la erbia.
Iterbio	1878	Yb	70	Ytterby, ciudad cercana a Estocolmo (Suecia). <i>Jean-Charles Galissard de Marignac</i> en 1878 descubrió un nuevo componente (iterbia) en la erbia. En 1907 <i>Georges Urbain</i> separó de la iterbia dos componentes: neoiterbia y lutecia (los actuales iterbio y lutecio).
Samario	1879	Sm	62	Procede del mineral samarskita, nombre dado en honor del ingeniero de minas ruso <i>Samarskii-Bykhovets</i> . Descubierto por <i>Paul Emile Lecoq de Boisbaudran</i> .
Tulio	1879	Tm	69	Thule, antiguo nombre de Escandinavia. Fue descubierto por el químico sueco <i>Per Theodor Cleve</i> mientras trabajaba con el óxido de erbio.
Gadolinio	1880	Gd	64	Procede del mineral gadolinita. Nombre dado en honor del químico y mineralogo finés <i>Gadolin</i> por el químico suizo <i>Jean-Charles Galissard de Marignac</i> quien fue el primero en observar las líneas espectrales en minerales de didimia y gadolinita.
Neodimio	1885	Nd	60	Neos (gr) = nuevo, -didimos (gr) = gemelo. La sílaba -di- se perdió. Este nuevo lantánido tenía propiedades similares al lantano (su gemelo). Descubierto por <i>Carl Auer von Welsbach</i> .
Praseodimio	1885	Pr	59	Praseios (gr) = verde puerro, -didimos (gr) = gemelo. La sílaba -di- se olvidó. Las propiedades del praseodimio son muy similares a las del neodimio (elemento gemelo) y tiene sus sales verdes. Descubierto por <i>Carl Auer von Welsbach</i> .

gr = griego; lat = latín.

un papel decisivo en el desarrollo científico y tecnológico de la humanidad y, en especial, en el descubrimiento de los nuevos elementos químicos.

7. El aislamiento de nuevos elementos químicos se produjo de forma irregular, debido a diversos facto-

res: el advenimiento de nuevas teorías, la aplicación de técnicas científicas revolucionarias, el descubrimiento y comprensión de nuevos fenómenos físicos y químicos, el desarrollo económico de algunos países y el disfrute de algunos periodos de paz y estabilidad social.

8. El siglo XIX comenzó y concluyó de forma espectacular con dos periodos de gran creatividad científica: 1801-1808, quince nuevos elementos descubiertos; y 1894-1900, ocho nuevos elementos. Los científicos europeos descubrieron en tan sólo quince años 23 nuevos elementos químicos. 

## BIBLIOGRAFIA

- Román, P. An. REQ Quím., 1999, 95(1), 28-33.
- Pellón, I. "La recepción de la teoría atómica química en la España del siglo XIX", Tesis doctoral, Universidad del País Vasco, Bilbao, 1998.
- Winter, M. "WebElements2000, the periodic table on the WWW", Versión: 14 de Junio de 1999, <http://www.webelements.com/>, University of Sheffield, Sheffield, 1999.
- Ringnes, V. J. Chem. Educ., 1989, 66, 731-738.
- Román, P. Nuevos Extractos de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País, Bilbao, 1996, Supl. 4-B, 11-49.
- Hammond, C. R. "The Elements", en: Lide, R. D. y Frederikse, H. P. R., Editores, "Handbook of Chemistry and Physics", 77 ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 1999, pp. 4-1/4-34.
- Greenwood, N. N. y Earnshaw, A. "Chemistry of the Elements", 2ª ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997.