

Elementos químicos descubiertos en el siglo XX (1901–2000)

Pascual Román Polo

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

RESUMEN

En el año 1900 se conocían 83 elementos químicos. Durante el siglo XX se identificaron 32 nuevos elementos, hasta alcanzar el número de 115. Este importante progreso se debió a los grandes descubrimientos científicos, la aparición de nuevas y espectaculares teorías, la aplicación de técnicas científicas revolucionarias y el descubrimiento de fenómenos físicos y químicos de enorme trascendencia para el desarrollo científico y tecnológico. La humanidad se enfrentó en la primera mitad del siglo XX a dos guerras mundiales y, al final de la segunda, el centro del poder científico se desplazó de Europa a los Estados Unidos de Norteamérica (EE UU). El desarrollo y aplicación de la fisión nuclear en el campo militar y, más tarde, con fines pacíficos y disuasorios fue, tal vez, la aportación más significativa del siglo XX. El descubrimiento y puesta a punto del ciclotrón contribuyó al aislamiento de la mayoría de los elementos químicos superpesados, que está detenido, de momento, en el año 1999 cuando se descubrieron los elementos 116 y 118.

PALABRAS CLAVE

Descubrimiento. Elementos químicos Siglo XX.

Una de las aventuras científicas más apasionantes donde ha participado toda la humanidad ha sido la búsqueda

de los elementos químicos, sin embargo, desde el principio del siglo XX, se observa la aparición y posterior consolidación de unas pocas, pero poderosas potencias económicas, militares y científicas. En dos artículos recientemente publicados en los *Anales de la Real Sociedad Española de Química*^{1,2} se presentó una panorámica de los elementos químicos descubiertos desde los comienzos de la humanidad hasta finales del siglo XIX, y el espectacular avance de los elementos químicos aislados durante este siglo –con 53 nuevos elementos que se incorporaron a los 30 conocidos al concluir el siglo XVIII–, que supuso el mayor salto cuantitativo producido en el conocimiento de nuevos elementos. A finales del siglo XX, se ha conseguido aislar 115 elementos químicos, con la incorporación de los elementos de número atómico 116 y 118 por investigadores americanos del Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), la Universidad de California y la Oregon State University³. Desde finales de 1999, no se han descubierto nuevos elementos químicos, quedando pendientes de su aislamiento los de número atómico 113, 115 y 117.

En el presente trabajo se muestran los elementos químicos aislados desde 1901 hasta el año 2000, el siglo XX rompe la pauta observada en el siglo



Pascual Román Polo

precedente y en sus 100 años de irregular comportamiento se han incorporado 32 nuevos elementos químicos frente a los 53 hallados en el siglo anterior. En el año 1900 se conocían 83 elementos químicos y al final del siglo XX se sabe con certeza que existen 115. Este esfuerzo se debió al enorme desarrollo alcanzado gracias a los nuevos principios, modelos y teorías

encontrados: la aprensión y aplicación de técnicas científicas revolucionarias y el descubrimiento de fenómenos físicos y químicos de enorme trascendencia para el progreso científico y tecnológico. Entre los primeros hay que destacar: el modelo nuclear del átomo (Kelvin, 1902; Thomson, 1903–7; Rutherford, 1911; Bohr, 1913), el número atómico (Moseley, 1913), el principio onda-partícula (de Broglie, 1923), el efecto fotoeléctrico (Einstein, 1923), la teoría cuántica (Heisenberg, 1925; Schrödinger, 1926) y la fisión nuclear (Hahn, Meitner y Strassmann, 1938); y entre los segundos: la espectrografía de masas (Aston, 1919), la aplicación de las técnicas de vacío (Stock, 1920s) y los aceleradores de partículas (Lawrence, 1948) por citar algunos de los más importantes. También jugaron un papel decisivo la industria aeronáutica, militar y espacial que se desarrolló a lo largo de todo el siglo y la informática.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la obtención de nuevos elementos químicos, el siglo XX no ha sido tan fructífero como lo fue el siglo precedente. Los elementos más pesados sólo se pueden conseguir por reacciones nucleares llevadas a cabo en grandes centros de investigación dotados de equipos muy sofisticados que permiten acelerar proyectiles pesados que, a su vez, impactan en blancos que únicamente se pueden obtener en reactores nucleares.

El uso de núcleos pesados utilizados como proyectiles de bombardeo requiere aceleradores de partículas que sean capaces de acelerarlos a velocidades suficientemente elevadas para que puedan impactar en los blancos de los isótopos elegidos con garantías de éxito. En la actualidad, sólo cuatro países disponen de la tecnología y los equipos científicos adecuados para preparar nuevos isótopos por la técnica de un átomo cada vez (*one atom at a time*). Estos centros de investigación son: el Lawrence Berkeley National Laboratory, en Berkeley, California, EE UU; el Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) cerca de Darmstadt, Alemania; el Joint Institute for Nuclear Research (JINR), en Dubna, Rusia; y el Paul Scherrer Institute (PSI) en Villigen, Suiza. Sólo estos centros, trabajando en solitario o en colaboración, están capacitados para encontrar nuevos elementos en la región doblemente mágica de los elementos superpesados en los próximos años.

En la Figura 1 se muestra la evolución que ha tenido lugar en el aislamiento de los elementos químicos desde 1750 hasta el año 2000. En los últimos 250 años de nuestra historia más reciente se observa que ha habido épocas particularmente fructíferas en el descubrimiento de nuevos elementos. Así, se pueden destacar seis periodos que totalizan 150 años en los que se obtuvieron 74 nuevos elementos: 1776–1800 (8 elementos), 1801–1825 (20), 1876–1900 (19), 1926–1950 (10), 1951–1975 (8) y

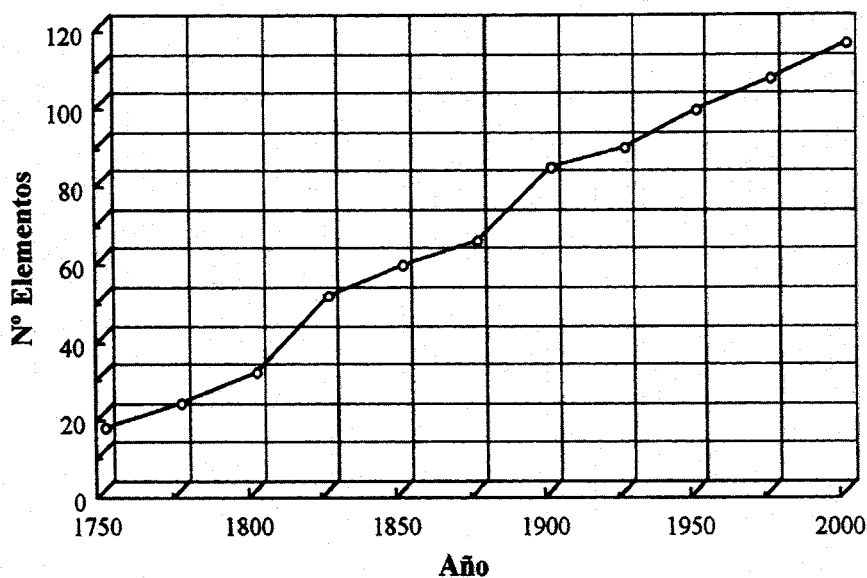


Figura 1. Evolución del descubrimiento de los elementos químicos en el periodo 1750–2000.

1976–2000 (9), respectivamente. El comienzo y final del siglo XIX fueron particularmente espectaculares habiéndose descubierto 15 elementos en tan sólo 8 años al principio y 13 elementos en los últimos 15 años. En la Figura 2 se presentan los elementos químicos aislados en el siglo XX. En dicho siglo se pueden destacar tres etapas que van desde 1926 a 2000 en los que se hallaron 27 nuevos elementos. Es curioso observar que durante la II Guerra Mundial se hallaron 7 nuevos elementos a lo que no es

ajeno el Proyecto Manhattan. En la gráfica de la Figura 2 se pueden apreciar con claridad estos periodos.

En la Tabla 1 se presentan el periodo desde 1751 a 2000, el número de elementos conocidos y hallados, y el incremento habido expresado en tanto por ciento. 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 dicha ta-

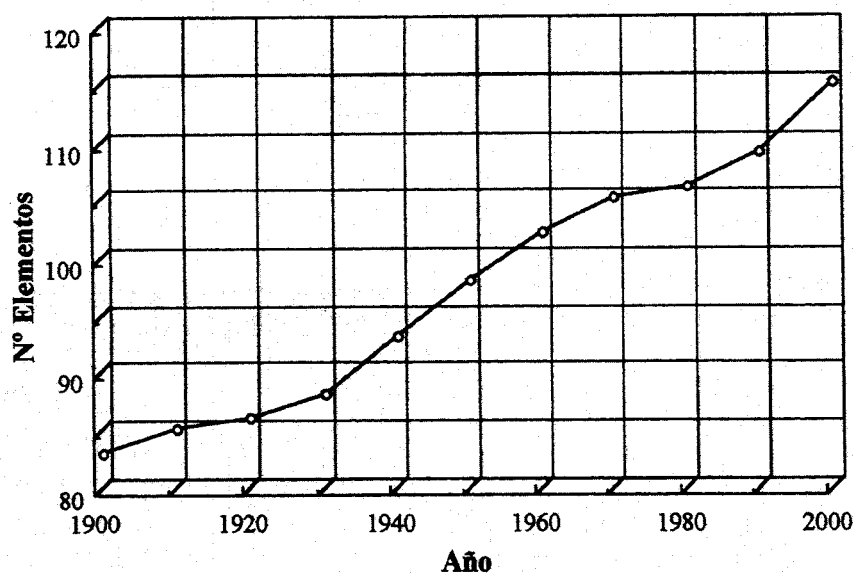


Figura 2. Evolución del descubrimiento de los elementos químicos en el siglo XX

TABLA 1. Elementos químicos descubiertos desde 1751 hasta 2000

Periodo	Nº elementos conocidos		Nº elementos hallados	
	(A)	(B)	(C) ^a	(D) ^a
1751-1775	16	22	6	37,5
1776-1800	22	30	8	36,4
1801-1825	30	50	20	66,7
1826-1850	50	58	8	16,0
1851-1875	58	64	6	10,3
1876-1900	64	83	19	29,7
1901-1925	83	88	5	6,0
1926-1950	88	98	10	11,4
1951-1975	98	106	6	6,1
1976-2000	106	115	9	8,5

^a C = B-A * D = (C/A)x100

bla se aprecia el gran avance que se produjo en los siglos XIX y XX.

Los nuevos elementos químicos descubiertos permitieron el espectacular progreso 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. En el siglo XX estos brotes se fueron robusteciendo y dieron lugar a nuevas ramas que cobraron gran fuerza y empuje. Entre ellas se pueden citar como ejemplo: la Bioinorgánica, la Bioorgánica, la Química de los biomateriales, la Química de los nuevos materiales, la Química Supramolecular y otras. Al tomar conciencia la humanidad de los graves problemas que se estaban produciendo en el medio ambiente con la fabricación masiva de productos químicos al finalizar el siglo XX, aparecieron nuevas ramas de la Química como la Química Verde, la Química a

Microescala, la Nanoquímica, etcétera. Las principales áreas hacia las que se dirige la Química en los próximos años y donde se emplean los elementos químicos y sus compuestos son: electrónica, informática, robótica, nanotecnología, cristales líquidos, superconductores, telecomunicaciones, materiales metálicos avanzados, desarrollo sostenible, catálisis, miniaturización, biomateriales, química nuclear, automoción, materiales cerámicos, medicina, nuevos fármacos, materiales inteligentes, materiales moleculares con propiedades inusuales, producción y usos de la energía, polímeros, composites, agroquímica, bioquímica, biotecnología, ciencias del espacio y medio ambiente.

DESCUBRIMIENTO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL PERIODO 1901-1925

Los nombres de los elementos químicos que se asignaron en el siglo XX

aparecen reflejados en la Tabla 2. Las propiedades o características del elemento descubierto –entre las más importantes–, el origen geográfico, la mitología, los ríos, los cuerpos celestes, los centros de investigación, los científicos ilustres y los nombres sistemáticos fueron la fuente de inspiración para atribuir los nombres de los elementos descubiertos en este periodo¹⁵.

La Tabla 3 muestra los 115 elementos químicos descubiertos desde la antigüedad hasta el año 2000, aunque tomando como punto de partida el comienzo del siglo XX. La primera columna contiene el periodo, la segunda el número de elementos descubiertos en él, la tercera el incremento de los elementos aislados (ΣEQ) 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 1900. Hay tres etapas que destacan sobre la primera: 1926–1950, 1951–1975 y 1976–2000 donde se descubrieron 10, 8 y 9 elementos químicos, respectivamente.

En las Tablas 4–7 se recogen los nombres de los elementos aislados en el siglo XX 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^{16,7}. 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.

Entre 1901 y 1925, tan sólo se aislaron cinco nuevos elementos y fue

TABLA 2. Los nombres de los elementos químicos en el periodo 1901-2000

Periodo	Tipos de nombres
1901-1925	Geográficos, Mitológicos, Propiedades o características, Ríos.
1926-1950	Centros de investigación, Científicos ilustres, Cuerpos celestes, Geográficos, Mitológicos, Propiedades o características.
1951-1975	Centros de investigación, Científicos ilustres, Geográficos.
1976-2000	Centros de investigación, Científicos ilustres, Geográficos, Sistemáticos (Sistema de nomenclatura temporal de la IUPAC).

TABLA 3. Elementos químicos descubiertos desde 1901 hasta 2000

Periodo	Nº elem.	ΣEQ	Elemento (Año)
<1900		83	
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), Am (1944), Cm (1944), Pm (1945), Bk (1949), Cf (1950)
1951-1975	8	106	Es (1952), Fm (1952), Md (1955), No (1958), Lr (1961), Rf (1964), Db (1967), Sg (1974)
1976-2000	9	115	Bh (1981), Mt (1982), Hs (1984), 110 (1994), 111 (1994), 112 (1996), 114 (1998), 116 (1999), 118 (1999)
TOTAL		115	

TABLA 4. Elementos químicos descubiertos desde 1901 y 1925

Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Europio	1901	Eu	63	Europa, madre de Niobe, fue amada por Zeus y raptada por él bajo la apariencia de un toro. El europio fue descubierto por el francés <i>Eugène Demarçay</i> , quien le dio el nombre en honor del continente Europa.
Lutecio	1907	Lu	71	Lutetia (lat) = París. El francés <i>Georges Urbain</i> descubrió el elemento al que dio el nombre latino de la capital de Francia.
Protactinio	1913	Pa	91	Protos (gr) = anterior, primero. El protactinio es anterior al elemento actinio en una serie de desintegración radiactiva. Fue identificado por <i>Otto Hahn, Lise Meitner, Frederick Soddy y John Cranston</i> .
Hafnio	1923	Hf	72	Hafnia (lat) = Copenhague. Fue descubierto por <i>Dirk Coster y Georg von Hevesy</i> ; fue llamado hafnio en honor de la ciudad donde fue descubierto.
Renio	1925	Re	75	Rhenus (lat) = Rhin. El elemento fue descubierto por los alemanes <i>Ida Tacke, Walter Noddack y Otto Berg</i> en minerales del platino.

la etapa menos productiva (Tabla 4). Los dos lantánidos –europio (1901) y lutecio (1907)– y un actínido –protactinio (1913)– no tenían fácil acomodo en la tabla periódica propuesta por Mendeléiev, por lo que habría que esperar unos años más para buscarles una ubicación apropiada. Sin embargo, los otros dos elementos, hafnio (1923) y renio (1925) sí que encajaban en la ordenación de Mendeléiev. Salvo el protactinio –cuyo nombre indica la propiedad de ser anterior al actinio en una serie radiactiva–, los demás elementos tienen nombres geográficos (europio, lutecio y hafnio) y el renio procede del nombre latino del gran río europeo, el Rhin.

DESCUBRIMIENTO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL PERIODO 1926-1950

El periodo más fructífero del siglo XX se corresponde con el segundo cuarto en el que se aislaron diez nuevos elementos químicos. En 1937, Carlo Perrier y Emilio Segre descubrieron en el ciclotrón de Berkeley (EE.UU.) el tecnecio, el primer elemento artificial y el último elemento que faltaba por descubrir del bloque *d*. La francesa Marguerite Perey aisló en el Instituto Curie de París el último metal alcalino del bloque *s*: el francio (1939). El año 1940 fue particularmente productivo ya que se hallaron tres nuevos

elementos: astato, neptunio y plutonio. El astato, cuyo nombre significa inestable, fue descubierto por Emilio Gino Segrè y sus colaboradores en el laboratorio de la Universidad de Berkeley. Con este elemento se concluía el descubrimiento de los elementos del bloque *p*. Los otros dos elementos –neptunio y plutonio– están dedicados a los planetas Neptuno y Plutón. El americio (1944) recibió este nombre para honrar al continente americano, como unos años antes se había dedicado el europio a honrar a Europa.

En la Tabla 5 se presentan los diez elementos químicos descubiertos entre 1926 y 1950. En este periodo hay que resaltar la labor investigadora de tres grandes científicos norteamericanos Edwin Mattison McMillan, Glenn Theodore Seaborg y Albert Ghiorso que aislaron junto con sus colaboradores seis nuevos elementos (Np, 1940; Pu, 1940; Am, 1944; Cm, 1944; Bk, 1949 y Cf, 1950). El curio recibió este nombre para honrar la memoria de los esposos Curie. Mientras que, berquelio y californio están dedicados a honrar a la Universidad y al estado americano donde se aislaron dichos elementos. El prometio fue aislado en 1945 por Marinsky, Glendenin y Coryell del laboratorio de Oak Ridge (Tennessee, EE.UU.), quienes llevaron a cabo la primera identificación química del elemento por cromatografía de intercambio iónico sobre residuos obtenidos de un reactor nuclear. De nuevo se recurría a la mitología clásica para dar un nombre a un elemento químico.

Desde 1945, sólo se aislaron los elementos de la serie de los actínidos y los elementos superpesados. En 1944, Glenn T. Seaborg propuso añadir una nueva serie de elementos químicos a la tabla periódica de Mendeléiev y los colocó a continuación del actinio y debajo de los lantánidos, por ello los denominó la serie de los actínidos. Esta modificación de la tabla periódica apareció publicada en el mes de diciembre de 1945 en la revista *Chemical and Engineering News*. Fue la piedra angular sobre la que se



Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Tecnecio	1937	Tc	43	Technetos (gr) = artificial. El primer elemento producido artificialmente. Se obtuvo al bombardear molibdeno radio activo con deuterio. Fue descubierto por <i>Carlo Perrier y Emilio Gino Segrè</i> en el ciclotrón de Berkeley, California, EE UU.
Francio	1939	Fr	87	En honor de Francia. El francio fue descubierto por la francesa <i>Marguerite Perey</i> en el Instituto Curie de París.
Astato	1940	At	85	Astatos (gr) = inestable. El astato es un elemento radiactivo que se desintegra. Se estima que sólo cantidades de 1 mg de astato se hallan presentes en 1 Km de la corteza terrestre. Sintetizado por <i>Dale R. Corson, K. R. MacKenzie y Emilio Gino Segrè</i> en la Universidad de California (Berkeley).
Neptunio	1940	Np	93	El planeta Neptuno está después de Urano en nuestro sistema solar, al igual que le ocurre al neptunio y al uranio. Neptuno era el dios de los mares. El elemento fue sintetizado por <i>Edwin Mattison McMillan y Philip Hauge Abelson</i> .
Plutonio	1940	Pu	94	Plutón, segundo planeta después de Urano. El planeta Plutón fue descubierto en 1930. Plutón era el dios que gobernaba el averno. El plutonio fue sintetizado por <i>Glenn Theodore Seaborg, J. W. Kennedy, E. M. McMillan y A. C. Wahl</i> en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Americio	1944	Am	95	America (ingl) = América. El isótopo ²⁴¹ Am fue identificado por <i>Glenn Theodore Seaborg, Ralph A. James, Leon O. Morgan y Albert Gbiorso</i> en el Laboratorio de Metalurgia de la Universidad de Chicago, EE UU. Le dieron este nombre en honor del continente América.
Curio	1944	Cm	96	Marie Curie (1867-1934) y Pierre Curie (1859-1906). Recibieron conjuntamente el premio Nobel de Física en 1903. Marie Curie obtuvo en solitario el Premio Nobel de Química en 1911. Identificado por <i>Glenn Theodore Seaborg, Ralph A. James, L. Morgan y Albert Gbiorso</i> en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Prometio	1945	Pm	61	Prometeo, el dios que robó el fuego del cielo para dárselo a los hombres. Por ello, fue castigado por Zeus. <i>J. A. Marinsky, L. E. Glendenin y C. D. Coryell</i> del laboratorio de Oak Ridge, Tennessee, EE UU, llevaron a cabo la primera identificación química del elemento por cromatografía de intercambio iónico sobre residuos obtenidos de un reactor nuclear.
Berquelio	1949	Bk	97	En honor de la ciudad norteamericana de Berkeley, donde se halla la Universidad de Berkeley, California. El isótopo ²⁴⁷ Bk fue producido por <i>Stanley G. Thompson, Albert Gbiorso y Glenn Theodore Seaborg</i> en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Californio	1950	Cf	98	En honor del estado de California, EE UU. El isótopo ²⁴⁹ Cf fue descubierto por <i>Stanley G. Thompson, Kenneth Street, Jr., Albert Gbiorso y Glenn Theodore Seaborg</i> en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.

gr = griego; ingl = inglés.

construyó el edificio de los nuevos elementos transuránidos. Entre 1940 y 1950, Seaborg colaboró en la búsqueda de cinco nuevos elementos: plutonio (1940), americio y curio (1944), berquelio (1949) y californio (1950).

DESCUBRIMIENTO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL PERIODO 1951-1975

Durante el periodo comprendido entre 1952 y 1961 se encontraron los elementos químicos que siguen al californio con lo que se concluyó la serie de los actínidos (Tabla 6). En 1952, fueron aislados el einstenio y el fermio por Glenn T. Seaborg, Albert Ghiorso y colaboradores, les dieron esos nombres para honrar a Einstein y Fermi, respectivamente. Tres años, más tarde se descubrió el mendelevio por el equipo dirigido por Seaborg y Ghiorso y le dieron al nuevo elemento este nombre para perpetuar la memoria del gran científico ruso Dimitri Ivánovich Mendeléiev. El nobelio fue aislado por vez primera por un equipo de científicos suecos del Instituto Nobel de Física de Estocolmo en 1957, aunque fue descubierto e identificado por Seaborg, Ghiorso y sus colaboradores al año siguiente. El elemento recibió el nombre de nobelio en homenaje a Alfred Nobel. En 1961, el equipo dirigido por Albert Ghiorso de la Universidad de California en Berkeley (EE UU) descubrió el último elemento de la serie de los actínidos, le asignaron el nombre de laurencio para recordar al inventor del ciclotrón (Ernest Orlando Lawrence). En el periodo comprendido entre 1952 y 1958, Seaborg contribuyó al descubrimiento de cuatro nuevos elementos: einstenio y fermio (1952), mendelevio (1955) y nobelio (1958).

A partir de 1964 se descubren los elementos que se sitúan en la tabla periódica debajo de los elementos del bloque *d*. Así, ese año se aísla el rutherfordio y recibió este nombre para honrar al físico neozelandés y Premio Nobel de Química de 1908 Ernest Rutherford (1871-1937). Aunque el des-

cubrimiento del elemento de número atómico 104 fue reclamado por investigadores soviéticos del Joint Institute for Nuclear Research de Dubna (Rusia), finalmente, se atribuyó al grupo dirigido por Albert Ghiorso de la Universidad de Berkeley (California, EE. UU.). En 1967 fue hallado el elemento 105 por Flerov y sus colaboradores en el JINR de Dubna y se le atribuyó el nombre de dubnio.

El químico norteamericano Glenn Theodore Seaborg (1912-1999) está considerado uno de los científicos más importantes de todos los tiempos por su contribución al descubrimiento de nuevos elementos. Junto con sus colaboradores participó activamente en el aislamiento de nueve elementos químicos: plutonio, americio, curio, berquelio, californio, einstenio, fermio, mendelevio y nobelio. Además, contribuyó en el aislamiento del elemento 106 en 1974, que tras largas discusiones recibió en su honor el nombre de seaborgio en agosto de 1997⁸. Fue la primera vez que un elemento químico ha sido denominado con el nombre de una persona viva. Seaborg se refería a este hecho como el mayor honor con el que había sido honrado. Sin embargo, el científico que ha contribuido en mayor medida al descubrimiento de nuevos elementos químicos en la historia de la hu-



Profesores Seaborg y Ghiorso.

TABLA 6. Elementos químicos descubiertos desde 1951 y 1975

Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Einstenio	1952	Es	99	Albert Einstein (1879-1955). Físico alemán de origen judío y nacionalizado norteamericano. Recibió el premio Nobel de Física en 1921 por sus trabajos de Física Teórica, y especialmente por el descubrimiento de la ley del efecto fotoeléctrico. El elemento fue descubierto por <i>Albert Ghiorso y sus colaboradores</i> en los residuos de la primera bomba termonuclear en Argonne (Los Alamos, EE UU) y la Universidad de California (Berkeley, EE UU).
Fermio	1952	Fm	100	Enrico Fermi (1901-1954). Físico nuclear italiano nacionalizado norteamericano. Obtuvo el premio Nobel de Física en 1938. Fue identificado por el grupo de <i>Albert Ghiorso</i> en los residuos de la primera explosión de una bomba termonuclear en el Pacífico en el laboratorio de Argonne, Los Alamos, USA y en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Mendelevio	1955	Md	101	Dimítri Ivánovich Mendeléiev (1834-1907). Químico ruso, que tanto contribuyó al desarrollo de la Tabla Periódica. El elemento fue identificado por el grupo de <i>Glenn Theodore Seaborg, Albert Ghiorso, Bernard Harvey, Gregory Choppin y Stanley G. Thompson</i> en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Nobelio	1958	No	102	Alfred Nobel (1833-1896). Científico sueco, inventor de la dinamita. Instituyó los premios que llevan su nombre desde 1901. Aislado por primera vez por un grupo de investigadores suecos del Instituto Nobel de Física en Estocolmo en 1957. Descubierto e identificado por <i>Albert Ghiorso, Torbjorn Sikkeland, J. R. Walton y Glenn Theodore Seaborg</i> en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Laurencio	1961	Lr	103	Ernest Orlando Lawrence (1901-1958). Científico norteamericano inventor del ciclotrón. En 1939 obtuvo el premio Nobel de Física. Fue descubierto por <i>Albert Ghiorso, Torbjorn Sikkeland, Almon E. Larsh y Robert M. Latimer</i> en la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Rutherfordio	1964	Rf	104	Ernest Rutherford (1871-1937). Físico neozelandés. En 1908 obtuvo el premio Nobel de Química. Nombre dado al elemento 104 por el grupo de <i>Albert Ghiorso</i> que reclamó su descubrimiento al tratar de repetir el ensayo propuesto por investigadores rusos del Joint Institute for Nuclear Research (JINR) de Dubna (Rusia).
Dubnio	1967	Db	105	Dubna, Rusia. Localidad rusa donde se halla el Joint Institute for Nuclear Research (JINR), un instituto implicado en la búsqueda de los elementos transféricos. Fue descubierto por <i>Flerov y colaboradores</i> del JINR de Dubna (Rusia), también fue obtenido por investigadores de la Universidad de California, Berkeley, EE UU.
Seaborgio	1974	Sg	106	Glenn Theodore Seaborg (1912-1999). Químico nuclear norteamericano. En 1951 obtuvo el premio Nobel de Química. Colaboró en el descubrimiento del plutonio, americio, curio, berkelio y californio. También tuvo un papel decisivo en la creación de los elementos einstenio, fermio, mendelevio y nobelio. El elemento 106 recibió este nombre en 1997. Fue aislado por primera vez por el grupo de <i>Albert Ghiorso</i> en el Lawrence Berkeley Laboratory de California y el Livermore National Laboratory, EE UU.

manidad ha sido el gran colaborador de Seaborg: Albert Ghiorso. Junto con Seaborg y otros investigadores, Ghiorso ha participado en la obtención de trece nuevos elementos: americio, curio, berquelio, californio, einstenio, fermio, mendelevio, nobelio, laurencio, rutherfordio, seaborgio, ununhexio y ununoctio. En la fotografía aparecen Seaborg y Ghiorso en el LBNL.

DESCUBRIMIENTO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL PERIODO 1976-2000

El periodo comprendido entre 1976 y 2000 fue una época de gran actividad científica en el que se descubrieron nueve elementos químicos (Tabla 7). El equipo dirigido por los alemanes Peter Armbruster y Gottfried Münzenber del Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt ha conseguido en los últimos 20 años el mayor número de elementos transféricos. En 1981 fue descubierto el bohrio que recibió este nombre para perpetuar la figura del gran físico danés Niels Bohr. El año siguiente consiguieron aislar el elemento de número atómico 109, al que dieron el nombre de meitnerio para honrar la memoria de Lise Meitner, la gran física nuclear austriaca de origen judío, colaboradora de Otto Hahn, y a quien se atribuye el hecho de ser la primera persona en identificar la fisión nuclear. En 1984 descubrieron el hassio para recordar la región alemana de Hess donde se hallan las instalaciones del GSI.

Los elementos 110 y el 111 fueron aislados en 1994 por el mismo grupo del GSI dirigido por Peter Armbruster y Gottfried Münzenber y todavía no han recibido un nombre definitivo, por lo que la IUPAC les ha dado el nombre temporal de ununnilio y ununio, respectivamente. En 1996 aislaron el elemento de número atómico 112 al que se le conoce con el nombre de ununbio. El elemento 114 fue descubierto por investigadores rusos del Joint Institute for Nuclear Research de Dubna (Rusia) en 1998 dirigi-

Tabla 7. Descubrimiento de elementos químicos en el periodo 1976-2000.

Nombre	Año	Símbolo	Z	Comentarios
Bohrio	1981	Bh	107	Niels Bohr (1885-1962). Físico danés. En 1922 obtuvo el premio Nobel de Física. El bohrio fue descubierto por <i>Peter Armbruster, Gottfried Münzenber y colaboradores</i> del Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt, Alemania. El GSI es un instituto implicado en la búsqueda de los elementos transféricos, que más elementos pesados ha encontrado en los últimos 20 años.
Meitnerio	1982	Mt	109	Lise Meitner (1878-1968). Física nuclear austriaca de origen judío. Colaboró con Otto Hahn. Fue la primera persona en identificar la fisión nuclear. Obtuvo el premio Enrico Fermi, pero no recibió el premio Nobel de Física. El elemento fue descubierto por <i>Peter Armbruster, Gottfried Münzenber y colaboradores</i> del Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt, Alemania.
Hassio	1984	Hs	108	Hassias (lat) = Hess. El estado alemán de Hess es donde se encuentra el laboratorio Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt. El hassio fue aislado por vez primera por <i>Peter Armbruster, Gottfried Münzenber y colaboradores</i> del GSI en Darmstadt, Alemania.
Ununilio	1994	Uun	110	Un, un, nil (lat) = uno, uno, cero. Sistema de nomenclatura temporal de la IUPAC. El elemento fue descubierto por <i>S. Hofmann, V. Ninov, F. P. Hessberger, P. Armbruster, H. Folger, G. Münzenberg, H. J. Schöti y colaboradores</i> del Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt, Alemania.
Ununio	1994	Uuu	111	Un, un, un (lat) = uno, uno, uno. Sistema de nomenclatura temporal de la IUPAC. El elemento fue descubierto por <i>S. Hofmann, V. Ninov, F. P. Hessberger, P. Armbruster, H. Folger, G. Münzenberg y colaboradores</i> del Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt, Alemania.
Ununbio	1996	Uub	112	Un, un, bi (lat) = uno, uno, dos. Sistema de nomenclatura temporal de la IUPAC. El elemento fue descubierto por <i>S. Hofmann, V. Ninov, F. P. Hessberger, P. Armbruster, H. Folger, G. Münzenberg y colaboradores</i> del Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) en Darmstadt, Alemania.
Ununquadrio	1998	Uuq	114	Un, un, quad (lat) = uno, uno, cuatro. Sistema de nomenclatura temporal de la IUPAC. El elemento fue descubierto por investigadores del Joint Institute for Nuclear Research (JINR) de Dubna (Rusia).
Ununhexio	1999	Uuh	116	Un, un, hex (lat) = uno, uno, seis. Sistema de nomenclatura temporal de la IUPAC. El elemento fue aislado por primera vez por <i>V. Ninov, K. E. Gregorich, W. Loveland, A. Gbtorso, D. C. Hoffman, D. M. Lee, H. Nitsche, W. J. Swiatecki, U. W. Kirbach, C. A. Laue, J. L. Adams, J. B. Patin, D. A. Sbaugbnessy, D. A. Strellis y P. A. Wilk</i> en el Lawrence Berkeley Laboratory de California, EE UU.
Ununoctio	1999	Uuo	118	Un, un, oct (lat) = uno, uno, ocho. Sistema de nomenclatura temporal de la IUPAC. El elemento fue descubierto por <i>V. Ninov, K. E. Gregorich, W. Loveland, A. Gbtorso, D. C. Hoffman, D. M. Lee, H. Nitsche, W. J. Swiatecki, U. W. Kirbach, C. A. Laue, J. L. Adams, J. B. Patin, D. A. Sbaugbnessy, D. A. Strellis y P. A. Wilk</i> en el Lawrence Berkeley Laboratory de California, EE UU.

lat = latin.

dos por Oganessian¹⁰ y se le conoce con el nombre de ununquadio. Los últimos elementos químicos son los de número atómico 116 y 118, y fueron preparados por vez primera en el Lawrence Berkeley Laboratory de California, EE UU, por un equipo de investigadores dirigido por Ghiorso. Concluido el siglo XX, todavía faltan por encontrar los elementos químicos de número atómico 113, 115 y 118. Estos elementos y los que siguen al 118 son el reto que debe afrontar el siglo XXI.

CONCLUSIONES

En el periodo analizado (1901–2000) se pueden constatar algunos aspectos relevantes, que permitieron el gran desarrollo científico, que condujo al hallazgo de 32 nuevos elementos químicos. Las conclusiones más destacables son:

1. Durante el siglo XX científicos europeos y norteamericanos descubrieron 32 nuevos elementos químicos, a pesar de la dificultad que entraña el aislamiento de los elementos superpesados.
2. Durante el siglo XIX sólo descubrieron elementos químicos los científicos europeos; sin embargo, en el XX los científicos norteamericanos tomaron la iniciativa a partir de la II Guerra Mundial.
3. Con el aislamiento de los elemen-

tos tecnecio (1937), astato (1940) y francio (1940) se completaron los huecos de los elementos de los bloques *d*, *p* y *s*, respectivamente.

4. El prometio (1945) fue el último elemento lantánido en ser descubierto y el laurencio (1961) el último actínido.
5. Desde 1974 se ha mantenido la búsqueda de nuevos elementos que ha continuado con éxito hasta el año 1999 en que se aislaron los elementos de número atómico 116 y 118.
6. Por vez primera, la IUPAC ha permitido que un elemento lleve el nombre de un científico vivo: el seaborgio.
7. El aislamiento de nuevos elementos químicos se produjo de forma irregular, debido a diversos factores: 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. Sin embargo, durante la II Guerra Mundial se produjo un avance espectacular y se encontraron siete nuevos elementos: francio, astato, neptunio, plutonio, americio, curio y prometio.
8. El siglo XX tuvo tres periodos de gran creatividad científica:

1926–1950, diez nuevos elementos descubiertos; 1951–1975, ocho; y 1976–2000, nueve.

9. Los dos científicos que más han contribuido al descubrimiento de nuevos elementos químicos han sido Glenn Theodore Seaborg y Albert Ghiorso con diez y trece elementos, respectivamente.
10. En la actualidad, sólo cuatro países disponen de la tecnología y los equipos científicos adecuados para preparar nuevos elementos. Estos centros de investigación son: el Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), en Berkeley, California, EE UU; el Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) cerca de Darmstadt, Alemania; el Joint Institute for Nuclear Research (JINR), en Dubna, Rusia; y el Paul Scherrer Institute (PSI) en Villigen, Suiza.
11. Aunque el aislamiento de nuevos elementos se ha detenido en el año 1999, es de esperar que se prepararán cantidades suficientes de estos elementos superpesados con el fin de conocer sus propiedades físicas y químicas, y estudiar su reactividad.
12. La búsqueda de nuevos elementos no se ha detenido todavía y se puede presumir que en los próximos años se anunciará el descubrimiento de algún elemento, a pesar del gran reto científico que supone.



REFERENCIAS

1. Román, P. *An. REQ Quím.*, **1999**, 95(1), 28–33.
2. Román, P. *An. REQ Quím.*, **1999**, 95(3), 23–28.
3. Winter, M. J. "WebElements: the periodic table on the world-wide web", Versión: 16 de marzo de 2001, <http://www.webelements.com/>, University of Sheffield, Sheffield, 2001.
4. Ringnes, V. J. *Chem. Educ.*, **1989**, 66, 731–738.
5. Román, P. *Nuevos Extractos de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País*, Bilbao, **1996**, Supl. 4-B, 11–49.
6. 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.
7. Greenwood, N. N. y Earnshaw, A. "Chemistry of the Elements", 2ª ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997.
8. Hoffman, D. C. y Lee, D. M. *J. Chem. Educ.*, **1999**, 76, 331–347.
9. Román, P. *An. REQ Quím.*, **2000**, 96(3), 35–45.
10. Oganessian, Y. T., Utyonkov, V. K. y Moody, K. J. *Investigación y Ciencia*, marzo 2000, págs. 21–25.