

ENSEÑANZA

Comenzamos esta Sección con una colaboración de un grupo de profesores del Departamento de Química Inorgánica y Química Técnica, que glosan la personalidad científica de Antonio de Ulloa, sevillano, teniente general de la Armada y presidente de la Academia de Matemáticas en el Colegio Sto. Tomás, que descubrió el platino hacia 1748. A continuación, Santiago Martín describe cómo funciona un microscopio electrónico de barrido, sus aplicaciones y sus ventajas en relación al microscopio óptico.

En el apartado dedicado a *Taller y Laboratorio* contamos con tres colaboraciones de profesores del Departamento de Física de los Materiales. En la primera dedicada a experimentos caseros, Juan Pedro Sánchez describe una aplicación de la difracción de la luz producida por un láser para determinar el tamaño de objetos pequeños, en particular compara la capacidad de almacenamiento de un CD y de un DVD, analizando sus figuras de difracción. En la segunda, dedicada a experimentos históricos, Amalia Williart describe el descubrimiento del protón por Rutherford. Y en la tercera, dedicada en esta ocasión a las matemáticas, Manuel Yuste y Carmen Carreras ponen en evidencia cómo las matemáticas son el lenguaje básico de todas las demás ciencias, en particular de la Física, y utilizan para ello, como ejemplo, la interpretación del fenómeno de los espejismos.

El siguiente apartado está dedicado al uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza. Cuenta con dos colaboraciones. En la primera, continuando con la serie ini-

ciada en el número anterior dedicada a la virtualización a los laboratorios de alumnos, los profesores M.^a Isabel Gómez del Río, Fernando Montes de Juan y M.^a Dolores Álvarez Jiménez, del Departamento de Ciencias Analíticas, describen el laboratorio virtual de Análisis Químico Cuantitativo que se utiliza como complemento en el proceso educativo de los estudiantes de Química Analítica. La segunda, recoge la intervención de la Directora Técnica del CEMAV, Ángela Ubreva, el 16 de noviembre de 2006, durante el acto organizado por la Facultad de Ciencias sobre el "Congreso Internacional de Matemáticos ICM 2006, un evento único", en el marco de la VI Semana de la Ciencia. De nuevo se pone de manifiesto la utilidad de la Televisión Educativa no solo en la difusión de actividades culturales si no como herramienta formativa de gran público.

En el apartado siguiente, dedicado a difundir entre nuestros lectores los diferentes museos y casas de la ciencia repartidos por toda la geografía de nuestro país, le ha tocado el turno en esta ocasión al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, sito en la antigua estación de ferrocarril de Delicias, en Madrid, compartiendo espacio con el Museo del Ferrocarril. Su Directora, M.^a de los Desamparados Sebastián, describe las salas de exposiciones, las actividades para grandes y chicos,... La entrada a este museo es gratuita.

Y, por último, incorporamos las reseñas de algunos libros y dvd's que pueden ser de interés general para nuestros lectores.

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

El platino, metal descubierto por el español Antonio de Ulloa

EL DESCUBRIDOR DEL PLATINO, EL SEVILLANO ANTONIO DE ULLOA (1716-1795)

Hace más de cien años, el químico Clemens Winkler, descubridor del germanio, comparó el mundo de los elementos químicos con el escenario de un teatro, donde una escena sustituye permanentemente a otra y en la que los elementos son sus per-

sonajes. Cada elemento, decía Winkler, juega su propio papel. A veces el de protagonista, a veces el de figurante. Desde el punto de vista de la historia de los descubrimientos no puede haber elementos principales y secundarios. Todo elemento es, en sí, un acontecimiento histórico importante.

Una manera de conocer los elementos es recurrir a la historia de su descubrimiento. Así, existen ele-

mentos que se encuentran en estado nativo (elemental) en la naturaleza y que son conocidos desde la antigüedad, como el hierro, el azufre el oro, la plata, el carbono, etc. Existe otro grupo de elementos, descubiertos en la Edad Media, que se encontraban en estado nativo o en combinaciones sencillas con otros elementos, como son el fósforo, el arsénico, el antimonio, etc. Finalmente, existe otro grupo de elementos, descubiertos a partir del siglo XVII, que para aislarlos se necesitaron procedimientos químicos más complejos como los métodos quí-

mico-analíticos (platino, cobalto, níquel...), electroquímicos (sodio, potasio...) o espectroscópicos (cesio, rubidio, talio...).

El platino es un metal noble que a veces se sitúa entre los que eran conocidos desde la más profunda antigüedad, es decir, al lado de la plata y el oro. Pero haciendo justicia, se debe advertir que el uso y descubrimiento del platino en el período antiguo de la historia de la humanidad forma parte de las leyendas. Hay mucha inexactitud en las descripciones que se conservan de los yacimientos que parecían contener platino puro. Por ejemplo, Plinio el Viejo describió la pesada arena negra (probablemente la roca que contenía el mineral de estaño), pero algunos historiadores, siglos más tarde, atribuyeron a Plinio el descubrimiento del platino. También se llegó a suponer que la aleación blanca metálica, cuyo nombre era "electro", que empleaban los pueblos del Mediterráneo, no era una aleación de oro y plata, sino platino. En la Edad Media, a veces también aparecía la descripción de objetos naturales, que más tarde fueron identificados como minerales de platino.

En una palabra, la trayectoria del conocimiento y uso del platino es multiseccular, pero nosotros aquí nos referiremos al verdadero descubrimiento de este elemento.

Las muestras de minerales desconocidos (platino, como se esclareció más tarde) llegaron a Europa por primera vez del pequeño yacimiento de Choco en América del Sur (actualmente Colombia). En 1557, el naturalista y poeta italiano G. Scaliger lo describió como una sustancia metálica. En ese mismo tiempo, otro célebre científico italiano, J. Cardano, dedicó una obra entera a la descripción de las propiedades del mineral de América del Sur. En ambas se describe "cierto metal desconocido" que durante algún tiempo era conocido como el "corindón español". El yacimiento de Choco estaba bajo los dominios españoles y por él discurría un pequeño río llamado Pinto. Los colonizadores españoles

denominaban ese mineral "platino del Pinto", ya que "platino" era el diminutivo de "plata".

La primera persona que presentó este mineral a los naturalistas europeos fue el oficial, matemático y explorador español Don Antonio de Ulloa. En 1736 partió para América del Sur formando parte de una pequeña expedición y allí visitó, entre otros, el yacimiento de Choco. Tras diez años, regresó a casa y escribió, en 1748, una monografía de un tamaño impresionante titulada "*Relación histórica del viaje de la América Meridional*", que se presentó en Madrid. En este trabajo y por primera vez en ediciones europeas apareció la palabra "platino". Por ello, 1748 se considera como la fecha universalmente admitida para el descubrimiento del platino. La obra de Don Antonio Ulloa despertó gran interés entre los naturalistas europeos y eso contribuyó a la importación de este mineral de remotos yacimientos de América del Sur a Europa. Varios científicos europeos realizaron investigaciones químicas del platino crudo, pues hay que indicar de Don Antonio Ulloa era explorador y naturalista, pero no químico. En estos estudios se observó que en el mineral de Choco existía un "nuevo" elemento químico que se sometía con dificultad a la acción de los reactivos químicos.

Los historiadores modernos de la química citan a muchos investigadores de la segunda mitad del siglo XVIII que trabajaron apasionadamente sobre este elemento. Así se puede hablar de los químicos ingleses W. Watson y W. Brounig, del científico sueco E. Scheffer, del investigador alemán K. von Sickingen y del naturalista francés P. Shabonet. Cada uno de ellos hizo una aportación reseñable al conocimiento del platino. Todos ellos estudiaron muchas de sus propiedades químicas, la posibilidad de alearse con oro y plata, etc.

Antonio de Ulloa

Marino y científico, teniente general de la Armada, nacido en Sevi-

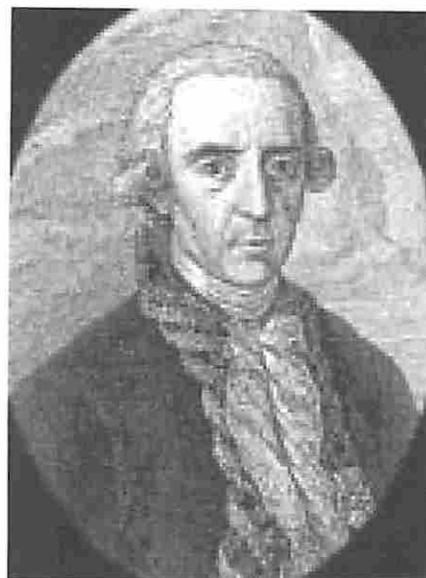


Figura 1. Retrato de don Antonio de Ulloa, descubridor del platino.

lla en 1716 y muerto en Cádiz en 1795. Sus padres fueron D. Bernardo de Ulloa y Sosa, alcalde mayor de Sevilla y Dña. Josefa de la Torre Guiral. Antonio fue el segundo de los hijos. En Sevilla hizo los primeros estudios con el dominico P. Fray Pedro Vázquez Tinoco, presidente de la Academia de Matemáticas en el colegio de Santo Tomás.

A los trece años sus padres le enviaron a Cádiz. No habiendo plaza vacante en la compañía de guardiamarinas, y debido a su decidida vocación, salió a navegar como aventurero y se incorporó en 1730 en la armada de galeones que dirigía D. Manuel López Pintado. Después de haber estado en Cartagena de Indias, La Habana y Santo Domingo, y bien entrenado en tempestades, epidemias, averías y naufragios, volvió a España a mediados de 1732. Entonces insistió en su afán de ser guardia-marina y se le concedió la plaza en noviembre de 1733. Embarcado en el navío Santa Teresa, de la escuadra que iba a Nápoles con refuerzos para el ejército del infante D. Carlos (futuro Carlos III), fue nombrado junto a Jorge Juan, para pasar a Perú en compañía de astrónomos y académicos franceses, con el objetivo de medir los grados terrestres debajo del ecuador y deducir la verdadera figura de la Tierra.

Cumplida esta labor a mediados de 1744, además de otra delicada misión secreta que le había confiado el Gobierno, ese mismo año, el 22 de octubre, regresó a España y ambos, Antonio Ulloa y Jorge Juan, obtuvieron el ascenso a capitanes de fragata. Por ello, el monarca español Felipe V, consideró conveniente designar a estos dos oficiales españoles para participar en la expedición científica francesa a bordo de *La Condamine*. Así, con 19 años Antonio Ulloa y 21 Jorge Juan, comenzaban una empresa que iba a convertir sus vidas en paralelas en cuanto a sus inquietudes científicas y que se plasmarían en varias publicaciones conjuntas. Durante una década, Antonio Ulloa recibió una completa formación como astrónomo y pudo realizar un curso de tecnología instrumental.

A su regreso, el buque francés fue apresado por barcos ingleses, siendo liberado en Inglaterra. Durante su estancia en Londres, Antonio Ulloa aprovechó para completar sus conocimientos científicos y presentar una comunicación en la Royal Society sobre Perú, siendo elegido miembro de dicha sociedad. De vuelta a España, junto con Jorge Juan, publicó las *“Observaciones astronómicas y físicas”* (1748) y la *“Relación histórica del viaje a la América meridional”* (1748). En esta segunda publicación realiza un profundo estudio y descripción en cuatro volúmenes de los países visitados, incluyendo la primera descripción del platino. Ciertos aspectos de su informe, muy críticos con la administración y declarados como secretos por el Gobierno español, fueron publicados en 1826 por el viajero inglés David Barny, con el título *“Noticias secretas de América”*.

Con toda esta trayectoria, Antonio Ulloa fue comisionado por el Gobierno español para emprender viaje a los países punteros europeos en ciencias. Este viaje le permitió conocer a algunas personalidades relevantes de la época. A su regreso a España, se empeñó en promover la investigación científica, participando

en diversos proyectos y en la creación de varias instituciones.

En 1758 fue nombrado gobernador de la mina de Huancavelica (Perú) y superintendente de su mina de mercurio.

Llegó a ser ministro de la junta de comercio y moneda del reino, y socio de las reales Academias de Londres, Berlín, París y Estocolmo. Fue el fundador del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, del Observatorio Astronómico de Cádiz y del primer laboratorio de metalurgia de España.

Se le nombró contralmirante en 1760. En 1766 fue el primer gobernador español de La Florida Occidental, actual Louisiana (Estados Unidos). Entre 1776 y 1778, participó en la organización de la flota del virreinato de Nueva España (hoy México) y la creación de un astillero en Veracruz (México).

Alcanzó el grado de teniente general en 1779, pero su carrera militar no fue tan brillante como la científica.

OBRAS

- *Tratado físico e historia de la aurora boreal* (1752).
- *Noticias americanas: entretenimientos físico-históricos sobre la América meridional, y la septentrional oriental: comparación general de los territorios, climas y producciones en las tres especies vegetal, animal y mineral* (1772).
- *Observación en el mar de un eclipse de sol* (1778).
- *Conversaciones de Ulloa con sus tres hijos en servicio de la Marina* (1795).

En colaboración con Jorge Juan:

- *Plan del camino de Quito al río Esmeraldas, según las observaciones astronómicas de Jorge Juan y Antonio de Ulloa* (1736-1742).
- *Observaciones astronómicas y físicas hechas en los Reinos del Perú* (Madrid, 1748).

- *Relación histórica del viaje hecho de orden de su Majestad a la América Meridional* (Madrid, 1748).
- *Disertación Histórica y Geográfica sobre el Meridiano de Demarcación entre los dominios de España y Portugal* (1749).
- *Noticias Secretas de América, sobre el estado naval, militar y político del Perú y provincia de Quito* (1748, publicadas en Londres en 1826), cuya publicación fue prohibida por el gobierno español.

PLATINO, ELEMENTO 78

El elemento químico de símbolo Pt, número atómico 78 y peso atómico 195,08, es un metal químicamente inerte y poco abundante. El platino, es un mineral altamente valioso, incluso más que el oro, también es el más importante de su grupo, a él también pertenecen el rutenio (Ru), el rodio (Rh), el paladio (Pd), el osmio (Os) y el iridio (Ir).

Tabla 1. *Propiedades del platino*

Propiedades del platino	
Número atómico	78
Punto de fusión	1.722 °C
Punto de ebullición	3.827 °C
Estado de oxidación	2,4
Densidad	21,45 kg/l
Electronegatividad	2,2
Masa atómica	195,08
Volumen atómico	9,09
Radio atómico	1,39
Radio iónico	0,96 (2+) 0,65 (4+)
Radio covalente	1,29
Calor específico	0,032
Potencial 1.ª ionización	8,93
Estado	Sólido
Estructura cristalina	Cúbica



Figura 2. Pepita de platino puro.

El platino y los metales de su grupo, se encuentran en los aluviones, procedentes de rocas de peridotos, transformadas en serpentinadas.

El platino se encuentra en estado nativo, en forma de pepitas o granos. La pepita de mayor tamaño fue hallada en Nijnii-Tajilsk, en el año 1846 y su peso fue de 9,5 kg.

El platino se puede obtener a través de la vía húmeda, utilizando agua regia, a través del método de Wollaston. También es posible obtenerlo por la vía seca, siguiendo el método de Deville y Debra, basado en fundir el mineral de platino con hierro y plomo o plomo metálico.

El principal país productor es Rusia, en los montes Urales; la primera señal de que en ese lugar existía el platino, fue en el año 1819. El río Tulameen, ha abastecido a Canadá y a la Colombia británica con pequeñas cantidades de platino. Las minas de mejor reputación de platino, son las de Colombia, con grandes cantidades de producción de este

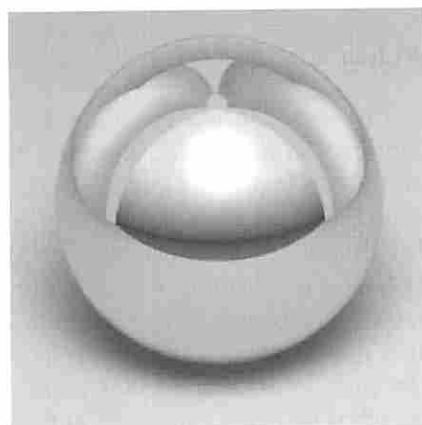


Figura 3. El platino es un metal blanco con un leve color gris brillante.

metal, específicamente en el área de Choco. Debido a que esa tierra también es rica en otros metales como el oro y la plata, para aumentar la producción del platino, en el año 1912 se instalaron algunas compañías inglesas, comprando una buena parte de las minas. Estados Unidos importa grandes cantidades de platino, procedente de Colombia y también de Rusia, pasando por Panamá y China y Japón, respectivamente. También se encuentran yacimientos en España (Serranía de Ronda), en Rodesia, en Tasmania, Nueva Zelanda y en Madagascar. En Estados Unidos de América hay minas en los estados de Alaska, Oregón, Washington, California, Nevada y Wyoming.

El platino compacto es blanco con un leve color gris, muy maleable y tenaz, lo que le hace susceptible al pulimento.

Su ductilidad es similar a la del oro y la plata; debido a su citada maleabilidad se puede reducir a láminas muy delgadas y también estirarse en hilos muy finos.

Debido a su alto punto de fusión, es uno de los metales que funden más difícilmente, pero se funde con relativa facilidad al calentarlo en un crisol con llama oxhídrica o con un soplete de gas con oxígeno.

El platino es mal conductor térmico, parecido al plomo. No se combina directamente con el oxígeno formando compuestos estables a ninguna temperatura. A pesar de eso, cuando está fundido, tiene la propiedad de absorber este gas, y al solidificarse, lo vuelve a desprender.

Este elemento no reacciona con el agua ni con los ácidos más habituales (clorhídrico, fluorhídrico, nítrico, sulfúrico puro...), se disuelve en agua regia con facilidad, y también se disuelve en el ácido nítrico cuando está aleado con la plata y algunos otros metales.

Entre los compuestos inorgánicos que forma se puede encontrar el bronce de platino, formado por platino, níquel y estaño, y se ha utilizado para tubos de telescopios. Otros de sus compuestos son el óxido pla-

tinoso (PtO) y el óxido platínico (PtO₂), que actúan como oxidantes energéticos.

APLICACIONES DEL PLATINO... TODO LO QUE BRILLA...

- Se utiliza en joyería.
- Se emplea para obtener recipientes *inertes* de laboratorio.
- Se usa para preparar termopares y otros aparatos de medida.
- Se utiliza para fabricar aparatos resistentes a la corrosión y en odontología.
- Las resistencias eléctricas de platino se emplean en hornos eléctricos de alta temperatura y en aparatos de laboratorio (electrodos).
- Las aleaciones de platino se emplean para recubrir las cabezas de misiles, como inyectoras de combustible de motores a reacción, ya que poseen alta estabilidad térmica y solidez.
- Las aleaciones platino-cobalto presentan propiedades magnéticas.
- El patrón masa, que se conserva en París, es una aleación de platino e iridio.
- Los ánodos de platino se usan en los sistemas de protección catódica de grandes barcos, contenedores marinos, oleoductos-gaseoductos, embarcaderos de acero, etc.
- Se emplea como catalizador para la síntesis de ácido sulfúrico y en el craqueo de petróleo.
- Se usa como catalizador en los tubos de escape de los coches para evitar la emisión de gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, etc., resultado de la combustión de la gasolina.

El platino tiene excepcionales características tales como su difícil fusibilidad, su tenacidad, su resistencia a la acción del oxígeno y a varios ácidos, etc. Ya que es poco abundante y cada vez se le encuentran más aplicaciones, su valor ha

ido aumentando considerablemente. Por ello se está intentado sustituir por materiales más baratos, como por ejemplo el cuarzo fundido que, aunque resiste a la mayoría de los ácidos, es atacado por el ácido fluorhídrico; parecido es el caso del tántalo.

El platino ha jugado un papel fundamental en el desarrollo del análisis químico, ya que con él se fabrican crisoles, láminas, hilos, cápsulas, cucharas, etc.

Para las industrias químicas ha sido de gran utilidad este material, sirviendo para la fabricación de ácido sulfúrico.

Joyería

El sector de mayor utilización de platino es la industria de la joyería. En 2001 la demanda de platino para joyería representó más de la mitad de la demanda total de platino. Este metal precioso es altamente valorado por su belleza y pureza, junto con sus particulares propiedades. Aunque en Europa y Estados Unidos la pureza normal es de 95%, en ciertos países la pureza puede caer hasta el 85%. El color del platino, su fuerza y dureza, así como su resistencia al deslustre, son algunas de las ventajas de este metal en joyería. El platino proporciona un engaste seguro para diamantes y otras piedras preciosas, destacando su brillantez. Además, por su flexibilidad es un elemento de gran importancia para los diseñadores de jo-

yería. En joyería se considera al platino como el metal precioso del nuevo milenio.

Catalizadores para vehículos

El platino, junto con el paladio y el rodio, son los principales componentes de los catalizadores que reducen en los vehículos las emisiones de gases. Los catalizadores convierten la mayor parte de estas emisiones en dióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua, que resultan menos dañinos. Éste es el segundo sector de mayor uso de platino.

La demanda de platino para catalizadores comenzó a crecer de forma significativa en los años setenta, cuando se aprobó la legislación de aire limpio (Clean Air) en Estados Unidos y en Japón. Muchos otros países siguieron esta política. Sin embargo, en la última década, se ha producido una importante sustitución del platino por el paladio en los catalizadores en Estados Unidos, debido principalmente al menor coste relativo y a la mayor eficiencia del paladio. En Europa, el platino se usó más extensamente que el paladio debido a que es un elemento esencial en los coches diesel. Los más recientes acontecimientos del mercado del paladio, a finales de la década de los noventa, junto con los avances tecnológicos, han llevado a una vuelta al uso del platino. Igualmente, en los últimos años, la demanda

de platino para catalizadores ha experimentado un crecimiento considerable en los países emergentes que han introducido nuevas legislaciones medioambientales. En definitiva, se espera que la demanda de platino para esta aplicación crezca como consecuencia de la aprobación de regulaciones y normas de emisión de vehículos cada vez más estrictas.

Eléctrica y electrónica

El platino se usa en la producción de unidades de disco duro en ordenadores y en cables de fibra óptica. El uso cada vez mayor de ordenadores personales seguirá teniendo un efecto muy positivo en la demanda de platino en el futuro. Otras aplicaciones del platino incluyen termopares que miden la temperatura en las industrias de vidrio, acero y semiconductores, o detectores de infrarrojo con aplicaciones militares y comerciales.

Química

El platino se usa en fertilizantes y explosivos para la conversión catalítica de amoniaco en ácido nítrico. También se usa en la fabricación de siliconas para los sectores aeroespacial, automoción y construcción. En el sector de la gasolina es usado como aditivo de los carburantes para impulsar la combustión y reducir las emisiones del motor. Además, es un catalizador en la producción de elementos biodegradables para los detergentes domésticos.

Vidrio

El platino se usa en equipos de fabricación de vidrio. También se emplea en la producción de plástico reforzado con fibra de vidrio y en los dispositivos de cristal líquido (LCD). En este contexto, es importante mencionar los nuevos desarrollos que se están dando en la producción de los dispositivos LCD y de tubos de rayos catódicos, utilizados ambos en la fabricación de pantallas para ordenadores.



Figura 4. El platino es un metal precioso altamente empleado en joyería.

Inversión

El platino se considera una atractiva inversión y una buena forma de cobertura de activos contra la inflación. La preferencia por el platino como inversión se está extendiendo por todo el mundo, y se basa en la relativa escasez del metal, la evolución histórica de su precio y sus fundamentos únicos. La inversión en platino se puede producir tanto en forma de futuros y opciones como en barras, lingotes y monedas.

Usos médicos

El platino se usa en drogas anticancerígenas y en implantes. También es utilizado en aparatos de neurocirugía y en aleaciones para restauraciones dentales.

Baterías de combustible

Las baterías de combustible son dispositivos que generan energía eléctrica y se están desarrollando en la actualidad como alternativa a los motores de combustión interna en los vehículos. La mayor parte

de estos dispositivos aplican tecnologías de membranas de intercambio de protones para producir energía a partir de hidrógeno y oxígeno, utilizando catalizadores de platino. El uso de baterías de combustible presenta ventajas tanto medioambientales como económicas. Son más eficientes en la producción de energía y la contaminación es mínima. En realidad, algunos vehículos pesados ya las están utilizando. Sin embargo, existen ciertas dudas debido al hecho de que cada vehículo que use una de estas nuevas baterías dejará de usar el catalizador convencional. El efecto neto en la demanda de platino dependerá de qué dispositivo use más platino. La investigación actual en este campo se centra en mejorar la eficiencia y reducir los costes. Las baterías de combustible pueden también generar energía estacionaria. El uso de platino en esta aplicación parece ser uno de los sectores que presenta mejores perspectivas para el futuro.

ENLACES EXTERNOS

- Platinum Guild Internacional: <http://platinumguild.org>

- Internacional Platinum Association: <http://platinuminfo.net>
- Johnson Matthey's Platinum Today: <http://platinum.matthey.com>
- International Precious Metals Institute: <http://www.ipmi.org>
- European Metal Association: <http://www.eurometaux.org>
- US Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. "Platinum 2000", Johnson Matthey, 2000.
2. "ANGLO PLATINUM Annual Report" (diciembre, 1999).
3. "Cómo fueron descubiertos los elementos químicos", D.N. Trifonov y V.D. Trifonov, Ed. Mir, Moscú, 1990.
4. "La búsqueda de los elementos", I. Asimov, Plaza y Janés, 1983.
5. "Historia de la Química", F. Aragón de la Cruz. Ed. Síntesis, S.A., Madrid, 2004.

Elizabeth Perozo, Vanesa Calvino,
Santiago Ferrera, Davinia Blasco,
Laureano Costarrosa, M.^a Jesús Ávila,
Antonio J. López Peinado
y Rosa M.^a Martín Aranda
*Dpto. de Química Inorgánica
y Química Técnica*

Cómo funciona un microscopio electrónico de barrido

INTRODUCCIÓN

El funcionamiento de un microscopio electrónico de barrido (MEB) se basa en la utilización de un fino haz de electrones que se hace impactar contra una muestra llevando a cabo un barrido sobre la misma. Como consecuencia de esta interacción emergen de la muestra varios tipos de señales: fotones de bajas energías, rayos X, electrones Auger, electrones retrodispersados y electrones secundarios. Cada una de estas señales puede ser recogida por un detector adecuado con el fin de obtener imágenes o llevar a cabo un análisis de la composición elemental de la muestra. Para la obtención de imágenes de alta resolución se utilizan los electrones secundarios, los cuales son colectados por un detector, obteniendo,

después del procesamiento de las señales, una imagen en un tubo de rayos catódicos.

ACERCA DE LOS ELECTRONES SECUNDARIOS

La señal que se utiliza para obtener una imagen de alta resolución en un microscopio electrónico de barrido son los electrones secundarios. Son denominados así para distinguirlos de los del haz incidente o primarios. Los electrones secundarios se originan cuando los electrones del haz incidente colisionan de forma inelástica con electrones de los átomos de la muestra. Si el electrón incidente lleva una energía superior a la energía de ligadura del electrón atómico, entonces, como resultado de dicha colisión, el electrón atómico será expulsado del átomo quedando este último ionizado. Son varios los tipos de interacciones inelásticas entre