

METALES PRECIOSOS: EL ORO

ANICETO LÓPEZ FERNÁNDEZ
ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

El nombre de oro deriva del latín Aurum, por eso su símbolo químico es Au, y es el metal precioso por excelencia para la humanidad, de hecho fue el primer metal noble (un término alquimista) que conoció el hombre, en lo que influyó la particularidad de encontrarlo en forma metálica, no como un compuesto químico, como sucede con la mayoría de los metales.

Entre sus características destaca su elevada densidad que solo es sobrepasada por la del osmio, iridio y platino por lo que para hacernos una idea de su peso hemos de pensar que un kg de oro puro formaría una esfera de solo 46 mm de diámetro. No hay un metal tan dúctil o maleable como el oro. Con una tonelada se podría fabricar un hilo tan fino que llegaría hasta la Luna y volvería a la Tierra. De otra parte puede ser batido en laminillas que se conocen con el nombre de “pan de oro” tan delgadas que 20.000 de ellas solo tendrían un espesor de 1 cm. Es de un color amarillo brillante porque refleja toda la gama de colores excepto el amarillo que absorbe. El oro puro no se oxida por lo que no se formará ninguna película de óxido sobre él. Es químicamente inactivo, propiedad que le ha otorgado un significado místico asociado a la inmortalidad. No es atacado por ácidos fuertes ni siquiera en caliente. Sin embargo es fácilmente soluble en “agua regia” o en mezclas que contengan cloro. Se disuelve también en soluciones cianuradas que contengan oxígeno y se alea fácilmente con el mercurio formando una amalgama que es líquida si el mercurio es el metal dominante. Los romanos ya conocían esta propiedad del mercurio y lo utilizaron con profusión al igual que se sigue haciendo ahora en muchos lugares del mundo para separar el oro de las arenas y minerales auríferos. El oro de la amalgama se extrae destilando el mercurio o disolviéndolo con ácido nítrico.

Se le conoce desde el comienzo del Neolítico, aunque tal vez se haya usado con anterioridad. Seguramente se llegó a utilizar antes que el cobre, que fue el primer metal que sustituyó a la piedra en la construcción de herramientas tanto de uso doméstico como de carácter bélico. En las antiguas civilizaciones se identificaba al oro con el Sol, debido a su color amarillo brillante, por lo que pronto recibió el título de “Rey de los metales”. Los egipcios utilizaron a la que consideraban más perfecta de las figuras geométricas, el círculo, para simbolizarlo y los alquimistas lo representaban también con el símbolo de perfección el círculo con un punto en el centro.

Las primeras manifestaciones del empleo del oro están relacionadas, como ha perdurado hasta la actualidad, con símbolos de poder y riqueza. Era tan apreciado que hacia el 3100 a. de C. ya se le reconoce en coronas, tronos, cofres, vasijas, armas, etc. Por ejemplo de la Tercera Dinastía del Imperio Antiguo de Egipto (2800-2300 a.C) se conserva una preciosa concha de oro perteneciente al G. *Pecten* que miles de años

después fuera simbolizada por la cristiandad. Con mucha frecuencia, se le ha utilizado en la representación de dioses y divinidades, sirva como muestra la cabeza de halcón que pertenecía a una estatua del dios Horus en el tiempo de la Sexta Dinastía del Imperio Antiguo de Egipto. Merece ser citada también la corona de la reina Shub-ad de Mesopotamia que fue hallada en 1922 en perfecto estado a pesar de tener 4000 años de antigüedad. En Europa se conoce que 2000 a. de C. los egipcios explotaban minas de oro en España.

El oro es tanto un metal pesado como un metal noble. Junto a la plata y el cobre configura el grupo Ib de la Tabla Periódica de los Elementos. Sólo tiene un isótopo estable, de masa 197. Desde el siglo I ha estado ligado a los alquimistas que buscaban la transmutación de los metales en oro y nunca lo consiguieron. Sin embargo, recientemente, merced a la “alquimia nuclear”, se ha encontrado la forma de transformar ciertos metales en oro. En la Universidad de San Francisco (California, EEUU) se efectuó la experiencia de bombardear átomos de bismuto –que se encuentra en abundancia en la naturaleza- con neón producido por un acelerador de partículas, obteniéndose entre los productos finales átomos de oro. Para transformar el bismuto en oro hay que eliminar 4 protones (el bismuto tiene 83 protones y el oro sólo 79) y cambiar el peso atómico de 209 a 197. Teóricamente habría una forma más simple de producir oro si se partiese del mercurio, que está mucho más cerca del oro que el bismuto en la Tabla Periódica, y sólo tiene un protón más en el núcleo. Es, por tanto, una reacción mucho más simple. El inconveniente estriba en que habría que utilizar el isótopo 196 del mercurio, que constituye una mínima parte del mercurio existente. La separación previa del isótopo 196 representa tener que desarrollar un proceso muy costoso, que por ahora no es rentable económicamente. En resumen, aunque se haya cumplido a pequeña escala el sueño de los alquimistas, hoy por hoy, es más rentable seguir buscando oro siguiendo las formulas tradicionales.

Hay tres tipos de yacimientos de oro:

- los que se explotan a cielo abierto
- los que están en el subsuelo constituyendo las minas
- el marino

MINAS A CIELO ABIERTO

Entre ellas incluimos las minas de placer –nombre de procedencia española-. Los placeres pueden enterrarse bajo depósitos volcánicos, glaciales, lacustres, eólicos o aluviales. El oro aluvionar, también llamado *washgold* ó *seifgold*, se encuentra la mayor parte de las veces situado cerca de torrentes o en las orillas de cauces fluviales. Aquí se le halla en la superficie o a profundidad variable entre los depósitos aluviales donde ha ido a parar arrastrado por las aguas después de la erosión físico-química de la roca que lo contenía. Se obtiene lavando las arenas que fue el primer método utilizado por el hombre para su beneficio.

En el noroeste de España las sociedades castreñas prerromanas ya explotaban las arenas auríferas de los ríos de las actuales provincias de Zamora y León, el Principado de Asturias y Galicia. Cuando Augusto conquistó el extremo occidental de España entre 23 y 19 a. C. comenzó a explotar a gran escala el oro de Las Médulas que constituyó el territorio minero más célebre del mundo romano. Debieron realizar enormes obras de ingeniería como la construcción de canales para el aporte de agua, algunos de 100 km de longitud y transvasar agua desde la cuenca del Duero a la del Sil. Durante los 200 años que duró la explotación de los depósitos auríferos se estima que removieron

unos 100 millones de metros cúbicos de tierra de los que obtuvieron miles de kilos de oro. El agua almacenada en albercas era soltada a gran presión para que arrasara la montaña. El material arrastrado era conducido a zonas de sedimentación donde se efectuaba el lavado. Plinio El Viejo en su Historia Natural dice así *...las montañas son minadas a lo largo de una gran extensión mediante galerías hechas a la luz de las lámparas... la montaña resquebrajada se derrumba por sí misma a lo lejos con un estruendo que no puede ser imaginado por la mente humana, así como con un increíble desplazamiento de aire...* Desde 1997 este paisaje derruido de Las Médulas es Patrimonio de la Humanidad, declarado por la UNESCO.

Hay muchas minas de oro aluvionar en el mundo. A título de muestra citar a la mina Aruwai (Guyana) a la que se accede solo por el aire. La deforestación se realizó a mano y todos los equipos mineros se fabricaron "in situ". En tres años la mina produjo 2177 kg de oro a un rendimiento medio de 0,456 gramos por metro cúbico.

En los Estados Unidos hay yacimientos de placer que proporcionan cerca del 25% del total del oro extraído actualmente. En el NO de Canadá son dignos de mención los yacimientos del Territorio del Yukón famoso por sus minas a ambas orillas del río Yukon, de 3520 Km de longitud y que vierte sus aguas al mar de Bering, donde el gobierno estuvo ofreciendo concesiones de explotación de 150 m de orilla, con lo que fomentó así la búsqueda de este codiciado metal por parte de pequeñas empresas familiares, que trabajan aprovechando la bonanza estival de aquellos climas tan duros. Desde hace algún tiempo se utilizan sistemas mecanizados, cada vez más sofisticados, que alivian el trabajo a pico y pala de antaño.

Métodos muy rudimentarios se utilizan aún en los tristes Garimpos brasileños, situados en el área del Amazonas, como el llamado Cova Rica, que lejos de parecerse al mítico "El Dorado" es más comparable con el fondo del infierno. Este garimpo es una fosa de 1 Km de diámetro y unos 400 m de profundidad donde trabajan más de 30.000 hombres, empleados de pequeños empresarios o encargados que explotan parcelas de 2 metros cuadrados cada una. El oro que se encuentra se suele repartir a partes iguales entre el encargado, por un lado, y los 25 garimpeiros que trabajan para él, por otro. Cada garimpeiro rellena de tierra un saco de unos 30 kilos, sube los 400 m por unas escaleras inseguras, lleva el saco a la cabaña y regresa para repetir la operación durante las doce horas diarias de trabajo. La separación de las partículas de oro de la tierra la realizan mojando con agua la tierra, la pisan y lavan el barro inundándolo con agua para hacerlo pasar por un canal de madera, en cuyo fondo queda retenido el oro, por ser más pesado, junto a otras impurezas generalmente de hierro que se extraen con un imán, y el resto se funde con bórax para obtener un tejo. Otros garimpos de renombre son los de San Raimundo e Independencia, por citar algunos. Es corriente que, en muchos de ellos, se conserven antiguas maneras de obtener las pepitas de oro de las arenas auríferas, como es la utilización de las gamellas o bateas en las que girando el agua y con cierta maestría es posible retener al final las partículas de oro que son más pesadas que el resto de materiales. En otras ocasiones buscan el oro bajo el agua en la cuenca del Amazonas con utilización de barcazas y rudimentarios equipos de buceo.

Estos garimpeiros viven en barracones diseminados por los ríos y crean todos ellos un grave problema ambiental al utilizar mercurio para la purificación del oro, el cual desechan tras la destilación o el ataque con ácidos por lo que al final llega al agua de los ríos y este mercurio en los sedimentos por acción de bacterias bénticas pasa a metilmercurio y se va acumulando a lo largo de las cadenas tróficas por lo que cuando se alimentan de peces u otros organismos acuáticos se contaminan ellos mismos con el tóxico metilmercurio, del que la ciencia ya conoce sus estragos a partir del grave

suceso que acaeció en la bahía de Minamata en Japón en 1953 como consecuencia de los vertidos mercuriales de una fábrica de acetaldehído, que produjo centenares de víctimas y sus efectos mutagénicos han seguido apareciendo en sucesivas generaciones.

En España entre 1998 y 2006 se han estado explotando los yacimientos del río Narcea en Asturias donde se han procesado 5,4 millones de toneladas de tierras que han producido 31.000 kg de oro. La compañía explotadora ha realizado labores de restauración de laderas pero no ha conseguido del gobierno asturiano el cambio de uso del suelo para nuevos yacimientos.

El oro de las minas de placer ha dado muchas alegrías a los buscadores de oro. La fiebre del oro que corrió por América y Australia en el siglo XIX propició el descubrimiento de grandes pepitas. El mayor espécimen de oro se encontró en Australia en 1872 y recibió el nombre de "Holtermann nugget" en honor a su descubridor, un alemán nacido en Hamburgo en 1838 que con veinte años emigró a Australia. Pesó 214,32 kg siendo la masa de oro más grande jamás encontrada y produjo más de 93 kg de oro fino.

La pepita más grande y con una elevada pureza del oro, alrededor del 99 por ciento, ya que este metal se suele encontrar mezclado con plata en diferentes proporciones, fue la denominada "Welcome Stranger" descubierta por John Deason y Richard Oates en Moliagul (Victoria, Australia) el 5 de Febrero de 1869 a solo 5 cm de profundidad. Pesó 2316 onzas troy, unos 72 kg, (una onza troy equivale a 31,1035 g y contiene 20 pennyweight y a su vez 1 pennyweight equivale a 24 granos).

Otras famosas pepitas australianas son "The Welcome" descubierta el 15 de Junio de 1858 en Bakery Hill y que pesó 2218 onzas troy, "The Hand of Faith" con 845 onzas descubierta en 1980, "The Spondulix" de 155 onzas encontrada en 1872, "The Pride of Australia" de 256 onzas descubierta en 1981 y que fue robada del Banco Estatal en el Museo de Victoria en Agosto de 1991 desconociéndose actualmente su paradero.

También en otros lugares del mundo se han encontrado pepitas de tamaños considerables como una que fue encontrada en Chile de 153 kg, en Alaska la mayor se llama "The Alaska Centennial Nugget" de 294,1 onzas que data de 1998, la segunda fue encontrada en 1903 con 182 onzas y se la conoce como "The Anvil Nugget", otra famosa es por ejemplo "The Ganes Nugget" (1985) de 122 onzas etc. En Europa la mayor encontrada fue de 36,02 kg y es propiedad del Tesoro de la antigua Unión Soviética. Como curiosidad hay que citar que de las arenas de ciertos ríos de Italia se llegaron a sacar unos 7 g de oro por metro cúbico de arena. Hoy día en plan aficionado se pueden buscar pepitas en algunos ríos de los Alpes y en España en el Pirineo Leridano en el Noguera Pallaresa. No obstante, en la actualidad los placeres más importantes están en California (Rhein y Sacramento), en Alaska (Klondike), en los Urales y en el E de Australia.

En España a cielo abierto se han estado explotando las minas de Tharsis y Riotinto, particularmente en el Cerro Colorado en Huelva donde el material de partida es el "gossan" (derivado del inglés "gold sand", arena de oro), con una riqueza que ronda el gramo por tonelada.

ORO DE MINAS

El oro de las minas convencionales se encuentra en las menas, filones y venas. Se le denomina oro de gangas y también *Berggold*. Aquí el metal se halla fuertemente encajado entre la roca o el mineral, en forma de masas irregulares de espesor variable.

Hay yacimientos de gangas de oro donde se le encuentra bastante puro, aunque es más normal que se presente con cuarzo o con pirita o aleado con otros minerales, como plata, cobre, bismuto, mercurio, antimonio, arsénico, etc. Estos minerales auríferos reciben distintos nombres en función del metal acompañante. El denominado "oro negro", que se encuentra en Australia, contiene el 34 % de oro y el resto minerales de la familia del platino. Si contiene entre el 5 y 11 % de paladio se llama Propecita y si contiene rodio recibe el nombre de Rodita o Rhodiumgold. Por su parte la plata acompaña al oro en cantidades muy variables, que no suelen sobrepasar el 20 %, pero si lo sobrepasa al mineral entonces se le llama Elektrum. Cuando contiene el oro un elevado porcentaje de cobre, del orden del 15 al 20 % ó más se llama Aurocupric. Si dicho porcentaje es de bismuto se denomina Bismutaurit. La Maldonita (Au_2Bi) contiene alrededor del 35% de bismuto. También lo encontramos mezclado con telurio dando minerales como Calaverita ($AuTe_2$), Montbrayita (Au_2Te_3), Silvanita ($AuAgTe_4$) y Petzita ($(AuAg)_2Te$).

Tal vez las minas de oro más conocidas sean las de Sudáfrica. Johannesburgo en tiempos pasados tuvo las minas más importantes de todo el Planeta. Es típica la imagen de las montañas de escorias resultado de decenas de años de explotación minera. Todo comenzó en 1886 con el descubrimiento de grandes depósitos auríferos en Witwatersran al principio superficiales que al agotarse obligaron a realizar excavaciones subterráneas. Hoy día las minas sudafricanas son las de mayores dimensiones del mundo, pero la concentración del noble metal es escasa en ellas, del orden de 5 a 15 g por tonelada, pero poco más se obtiene en otras explotaciones mineras (por ejemplo en Australia entre 17 y 42 gramos por tonelada, en México (Guadalajara) entre 6 y 20, en los Urales rusos alrededor de 13, etc. Concentraciones de 3 gramos por tonelada, en función de la tecnología empleada, aún pueden ser rentables). Suelen ser muy profundas, el mejor ejemplo es la Western Deep Levels de AngloGold Ashanti que es la más honda del mundo con 4,6 km y en ella trabajan unas 6.000 personas. A esas profundidades es muy peligroso el trabajo. La temperatura se acerca a los 60° C , por lo que resulta imprescindible la inyección de aire frío y aún así los turnos son muy cortos para poder soportar estas condiciones tan hostiles, que se cobran varios centenares de vidas anualmente. El agua utilizada para limpiar la roca y la de infiltración ha de ser bombeada a superficie por lo que se requieren grandes obras de ingeniería en la mina para conseguirlo. El mineral también debe ser transportado a la superficie, donde es triturado hasta polvo, para extraer el oro por medios químicos y posteriormente pasarlo a oro puro o fino para su venta.

Por extraño que parezca también hay vida a esas profundidades. En efecto, en 2006, Li-Hung Lin y sus colaboradores de la Universidad Nacional de Taiwán, Princeton, Toronto y de otras Instituciones han descubierto en la mina Mponeng de Sudáfrica a 3000 m de profundidad unos organismos bacterianos independientes de la energía solar que se nutren de compuestos azufrados e hidrógeno de origen geológico por lo que existen allí desde hace decenas de millones de años sin haber tenido contacto con el exterior. En la financiación de estas investigaciones colabora la NASA interesada en los organismos extremófilos, al igual que sucede en la Comarca Minera de Rio Tinto, en que la NASA, el INTA y otras Instituciones colaboran para encontrar la metodología adecuada a emplear para investigar la vida en otros planetas.

Entre otras minas famosas de Sudáfrica citamos a la Driefontain Gold Mine situada a 60 km al sudoeste de Johannesburgo que en el año financiero 2005-06 produjo 1.150.000 onzas. La media de los 55 años de producción ha sido de 14,2 gramos por tonelada de roca aurífera.

En España también se vivió la “fiebre del oro” en Rodalquilar que desde 1987 forma parte del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar, la cual comenzó en 1880 abandonándose la actividad minera por el antiguo I.N.I. en 1963 cuando ya no eran rentables, aunque recientemente se ha estado extrayendo el oro residual de las tierras removidas y estériles por métodos químicos.

ORO MARINO

El tercer yacimiento de oro es el marino. El agua del mar contiene cantidades muy pequeñas de este metal pero como su volumen es muy grande -del orden de 1.300 millones de kilómetros cúbicos- resulta que se convierte en el mayor depósito existente con unos 9.000 millones de toneladas, aunque por ahora resulte antieconómica su extracción. Probablemente en el futuro cuando haya que extraer Deuterio del agua del mar para la producción de energía con los reactores de fusión nuclear que desarrolla el Proyecto ITER, se encuentre también una tecnología rentable para el oro. Los niveles de oro en el agua del mar según los muestreos realizados varían en función de las localidades. Los resultados muestran que las aguas de los alrededores de Japón presentan las mayores concentraciones, tal vez ligado al aporte juvenil de oro que pudiera producirse en esa zona de contacto entre placas de la corteza terrestre. Se ha citado también que el plancton y los sedimentos marinos tienen concentraciones superiores a las del agua.

PRODUCCIÓN

Se estima que a lo largo de la historia de la humanidad se han extraído de la corteza terrestre algo más de 100.000 toneladas de oro. De ellas el 70% en los últimos 100 años. Hasta el final de la Edad Antigua se calcula en 10.000 toneladas el oro recogido, a una media de algo más de tres toneladas anuales. De esa cifra casi el 20% se sacó de la Península Ibérica. En la Edad Media fue muy escasa su producción, unos 700 kg anuales de valor medio, ligado a los pocos avances que hubo también para la humanidad y las ciencias. Con el descubrimiento de América se produjo un remonte en la producción y un salto espectacular a partir de 1850 con la comentada “fiebre del oro” americana, australiana y sudafricana. Las cifras van aumentando con el comienzo del siglo XX para luego ir poco a poco remontando merced a los avances tecnológicos hasta alcanzar las 1000 toneladas anuales, con picos como el de 2001 con unas 2870 toneladas. En nuestros días la producción está decreciendo tal como se refleja en el primer productor mundial que es la República Sudafricana que en 2006 produjo tan solo 275 toneladas, la cifra más baja desde 1922 que fue de 218 toneladas, cuando este país hace unos años producía más de 700 toneladas anuales.

Los principales yacimientos se encuentran en Sudáfrica, Estados Unidos -particularmente en California-, en Canadá, en la cadena montañosa de los Urales en Rusia, y en Australia. En América latina citemos a Brasil, México y Ecuador, y en menores cantidades en Venezuela, Colombia y Perú. En Europa se explota en Rumanía y Hungría, y en cantidades inferiores en Francia, Alemania e Italia.

Cada mina tiene su propia planta de tratamiento de mineral para, en superficie, proceder a la extracción del oro que contiene. En primer lugar se efectúa la molienda del mineral hasta convertirlo en polvo. A continuación se transporta ese polvo a grandes depósitos superficiales aislados del suelo por plásticos para evitar infiltraciones y se procede a la extracción del oro. El método más utilizado es el de la cianuración

utilizando cianuro sódico. Ya en 1783 Carl Wilhelm Scheele descubrió que el cianuro podía disolver el oro pero no fue hasta 1887 cuando se puso a punto y se aplicó a la extracción del oro de los minerales auríferos. El proceso se desarrolló en Glasgow por John Stewart Mac Arthur con la financiación de los hermanos Forrest por lo que este proceso de cianuración es conocido como el proceso Mac Arthur-Forrest. Esos grandes depósitos son regados con cianuro durante un tiempo y el lixiviado con cianuro de oro se recoge en grandes balsas. A continuación muchas minas siguen el denominado proceso de Merrill-Crowe para separar el oro de la solución de cianuro a través de la adición de polvo de Zinc que hace precipitar al oro ya que el Zn tiene una afinidad mucho más alta con el ión cianuro que el oro. La plata y el cobre también precipitan con este proceso. El precipitado es posteriormente fundido dando lugar a los conocidos "bullions" o "doré" que son lingotes de baja concentración en oro que deben ser sometidos a un proceso de afinaje para la obtención del oro fino y la plata que contienen. Desde hace pocos años se ha comenzado a sustituir este proceso por ejemplo con el uso del carbón activo que adsorbe el aurocianuro o por procesos electrolíticos como las celdas EMEW con ánodo de titanio y cátodo de acero inoxidable desarrolladas por una compañía australiana.

Desde un punto de vista ambiental el empleo de las balsas de cianuro genera polémica dada la naturaleza altamente venenosa del cianuro. Recientemente, año 2000, se ha podido comprobar la peligrosidad ambiental de esas balsas de cianuro en Rumanía en Baia Mare (Mina Grande) que es propiedad de AURUL una compañía mixta australiano-rumana. El río Tisza, que nace en Ucrania, atraviesa Rumanía y Hungría para desembocar en el Danubio en Vojvodina central (Serbia), tras la rotura de una balsa al parecer por las intensas precipitaciones se vio contaminado, a través de su afluente el río Szamos, con 100.000 metros cúbicos de agua con cianuro que acabó con toda la vida acuática en más de 700 km de recorrido fluvial.

APLICACIONES DEL ORO

Son muchas las actividades que usan el oro. Destacar que es el metal más empleado en joyería, industria que puede llegar a consumir hasta el 80% del oro que anualmente se produce.

Salones de edificios significativos, templos y estatuas religiosas se han recubierto con pan de oro. Se emplea en el dorado de vidrio y porcelana. En la industria electrónica y de telecomunicaciones forma parte de muchos componente de ordenadores, teléfonos, calculadoras, equipos de televisión, misiles, etc por ser un excelente conductor de la electricidad a la vez que con él se evita el peligro de la corrosión.

El oro de elevada pureza refleja la radiación infrarroja (calorífica) por lo que se le utiliza para revestir los cascos de los bomberos protegiéndolos de las altas temperaturas sin impedirles la visión. Los astronautas también lo utilizan para proteger sus ojos y en sus trajes espaciales, al igual que las naves que van recubiertas por un delgado revestimiento para evitar calentamientos excesivos. Ciertos telescopios tienen sus espejos revestidos de oro, así se han logrado captar imágenes de planetas de extremada definición.

También se ha usado en odontología. Aleado con platino y rodio sirve para revestir contenedores y tuberías que alberguen gases corrosivos. El cianuro de oro es el componente primordial de los baños electrolíticos que se utilizan en la fabricación de circuitos impresos y en el dorado de piezas de bisutería y orfebrería. Se emplea también el oro en la preparación de aleaciones y soldaduras, así como en instrumentos de gran precisión para medir temperaturas extremas.

Con él se fabrican las barras, chapas y lingotes como el que tiene la denominación de "Good Delivery" que tiene un peso de 12,440 kg (unas 400 onzas troy) y un título mínimo de 995 milésimas, siendo esta la forma en que lo suelen guardar los Bancos Centrales que se estima poseen más de 40.000 toneladas.

La acuñación de monedas de oro ha sido habitual a lo largo de la historia. De tiempos recientes destaquemos la "Maple leaf" (Hoja de arce) de Canadá que se fabrica con oro puro, las monedas mexicanas o el Krugerrand que es la moneda de oro más vendida del mundo, fabricada en la Rand Refinery de Sudáfrica que es la mayor refinería de oro conocida.

A título de curiosidad merece la pena comentar que las medallas olímpicas de oro que comenzaron a entregarse en 1908, ya que antes eran de plata, contienen sólo unos seis gramos de oro, el resto es plata.

Retomando la aplicación del oro en la fabricación de joyería hemos de decir que la "ley" de una determinada pieza es la proporción en peso en la que el metal precioso puro entra en la aleación. Según la Ley de Metales (R. D. 197/1988) metales preciosos son el platino, el oro y la plata. El oro que se comercializa es oro fino, es decir oro puro que se le denomina de 24 quilates. El quilate aquí es una unidad de calidad que no debe ser confundida con el quilate que se emplea como unidad de peso en las piedras preciosas. Hoy día se utiliza más, por ser más precisa, la otra medida de la calidad que es la milésima que equivale a una parte de oro puro o fino por cada mil de aleación. La equivalencia entre ambas unidades es fácil 24 K equivalen a 1000 milésimas. El oro que usualmente se fabrica en joyería en España es de 18K que es el oro de Primera Ley que equivale a 750 milésimas, es decir que un kilo de aleación contiene 750 gramos de oro fino. También hay fabricados en 14K que es el oro de Segunda Ley que equivale a 585 milésimas. Hay países en que se comercializa oro de mayor quilataje como Portugal con 800 milésimas, mientras que en otros el quilataje es menor, generalmente 9 quilates, que equivalen a 375 milésimas.

Para terminar con un tono ambientalista decir que probablemente la industria que mejor recicle es la industria de la joyería no solo en lo que concierne a la reutilización del metal que se deteriora durante los procesos de fabricación y que no hay más remedio que pasarlo a fino para preparar con él una nueva aleación, sino también la reutilización del metal que se pierde en las tradicionales escobillas, de pulido, suelo, limallas, etc. que a través de procesos de fundición o por ataques por vía húmeda permiten recuperarlo e ingresarlo de nuevo en la cadena productiva.

Como reflexión final nos gustaría que quedase impresa en el lector el tremendo esfuerzo y dedicación que supone para multitud de personas el que podamos disponer de los beneficios que en muchas facetas reporta el oro para el hombre, vaya para ellos nuestro reconocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ALSINA BENAVENTE, J. 1988. *El Oro* (Tomo I). Ed. Alsina.
- ALSINA BENAVENTE, J. 1989. *Los metales en la joyería moderna*. Ed. Alsina.
- BERGER, J. J. (ed). 1990. *Environmental restoration*. Ed. Island Press.
- LI-HUNG LIN, PEI-LING WANG, RUMBLE, D., LIPPMANN-PIPKE, J., BOICE, E., PRATT, L. M., SHERWOOD LOLLAR, B., BRODIE, E. L., HAZEN, T. C., ANDERSEN, G. L., DESANTIS, T. Z., MOSER, D. P., KERSHAW, D. AND ONSTOTT, T. C. 2006. Long-term sustainability of a high-energy, low diversity crustal biome. *Science* 314: 479-482.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, A. 2006. El Platino. *Revista Sociedad de Plateros*. Boletín nº 24: 26-27.
- PLINIO SEGUNDO, C. (1995, 1998, 2003). *Historia Natural*. Ed. Gredos.
- RAMADE, F. 1977. *Ecotoxicologie*. Ed. Masson.
- RAMADE, F. 1977. *Elementos de Ecología Aplicada*. Ed. Mundi Prensa.
- TURK, A., TURK, J., WITTES, J. T. AND WITTES, R. 1974. *Environmental Science*. Ed. Saunders.

VER RESENAS BIBLIOGRÁFICAS