

LAS JOYAS EN EL CONTEXTO DE LA HISTORIA DE LA QUÍMICA

INTRODUCCIÓN

Ya a nuestros antepasados más remotos les gustaba adornarse y acicalarse, valiéndose de conchas, plumas, pieles o, incluso, de determinadas piedras. Al transcurrir el tiempo, comenzaron a engalanarse con otros objetos más sofisticados y que en sí mismos poseían un gran valor, lo que también les permitía hacer ostentación de su opulencia y poder. Esos objetos son lo que conocemos como *joyas*. ¿En qué consistían?, ¿de qué materiales estaban hechos? Para dar respuesta a estas cuestiones hay que considerar que los hombres, al descubrir los metales, apreciaron en ellos ciertas características que les hacían apropiados para transformarlos en artículos útiles para el desarrollo de su vida, tales como herramientas, armas o utensilios domésticos. Pero, así mismo, encontraron en los metales una aplicación con otra finalidad que si bien era más accesoria, no carecía de importancia, la ornamental. Por ello, el arte de la joyería está íntimamente unido al trabajo con metales, es decir, a los procesos metalúrgicos. Y de aquí su conexión también con la química práctica, que se manifiesta además en otros aspectos de las operaciones joyeras. Puede afirmarse, pues, que desde sus comienzos la joyería tuvo que hacer uso de la química y que, en contrapartida, ha contribuido de forma notable al desarrollo de ésta. Y esa mutua influencia se deja sentir sobre todo en sus primeras etapas. Por esta razón y dejando aparte las delicadas obras de épocas posteriores, nos detendremos en analizar esas primeras etapas, desde sus inicios hasta el final de la Edad Antigua, comenzando por una breve revisión de la historia de los metales.

CONOCIMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS METALES EN LA ANTIGÜEDAD

Pensemos en el larguísimo periodo conocido como Edad de Piedra. ¿Por qué el hombre primitivo comenzó a utilizar los metales? Y, previamente a esa utilización, ¿cómo descubrió su existencia en la naturaleza y sus posibles aplicaciones? Es fácil deducir que los primeros metales conocidos por el hombre serían aquellos que se encontrasen en estado libre, es decir, en forma metálica. Y, siguiendo en esta dirección, que esos mate-



Soledad Esteban Santos

Dpto. de Química Orgánica y Bio-Orgánica - Facultad de Ciencias - UNED
C/ Senda del Rey, 9 - 28040 Madrid
email: sesteban@ccia.uned.es

riales por su brillo y color atraerían las miradas de los hombres del Neolítico, por lo que probablemente el primer uso que dieron a los metales habría sido el ornamental, aunque muy pronto les irían encontrando otras aplicaciones. Observarían su dureza y que, golpeándolos con habilidad, podían ser moldeados fácilmente sin romperse, algo que no ocurría con las piedras, consiguéndose además superficies afiladas más finas y agudas que con éstas. Y

que, también mediante golpes, era posible obtener estrechas láminas metálicas (la formación de hilos no se conoció hasta mucho después, en época romana). Por otra parte, muchos metales eran resistentes a la agresión de la intemperie (hoy diríamos que, entre otros fenómenos, esos metales ante la acción del oxígeno del aire no se oxidan ni forman hidróxidos con el agua de la humedad ambiente). En definitiva, el hombre se daría cuenta de su maleabilidad y de que eran materiales duraderos. De esta manera, fueron empleándolos para confeccionar no sólo sus adornos, sino también muchos instrumentos necesarios para su existencia diaria en sus momentos de paz (cocina, agricultura...) y para sus momentos de lucha con animales y otros hombres (caza, guerras..).

Algunos historiadores han propuesto que en aquel período tan lejano muchos metales estarían como tales en la corteza terrestre -es decir, en estado metálico y no como iones formando minerales-, pues aún no habría dado tiempo a que se hubiese completado su transformación, sobre todo en óxidos o en sulfuros por acción del oxígeno y del azufre, respectivamente. En este sentido, serían los metales menos activos los que se encontrasen en estado libre en mayor proporción, como el oro, la plata o el cobre. Por ello, según la opinión más extendida entre los expertos el primer metal conocido por el hombre fue el *oro*, algo antes del 5000 a.C., cuya presencia en forma de brillante oro nativo en las arenas de muchos ríos (arenas auríferas) o en depósitos de aluvión sería fácilmente detectada por el ojo humano. Precisamente, el vocablo que designaba a este metal en la lengua demótica egipcia, en la fenicia y en la hebrea era *zahab*, que deriva del término "brillar" (Hoeffler, 1866). Existen así restos de objetos ornamentales entre el 4000 y 3000 a.C., pertenecientes la ma-

yoría a las culturas de Mesopotamia y Egipto. Por otro lado, ciertas pinturas encontradas en los muros de una serie de tumbas de la ciudad de Tebas (tumbas de Beni Hasan, 1900 a.C.), ofrecen unas curiosas escenas de la vida de los egipcios, de sus costumbres y de sus oficios, y en una de ellas, por ejemplo, se muestra cómo los trabajadores del oro, los orífices, lavan este metal para conseguir separar sus pepitas y cómo lo funden (Figura 1).



Figura 1. Trabajadores egipcios lavando, pesando y fundiendo el oro

No obstante, también se ha llegado a proponer al *cobre* como primer metal conocido y trabajado por el hombre, si bien la opción más aceptada es que cronológicamente su descubrimiento ocupa el segundo lugar, algo después que el oro. Aunque existiese también libre, no habría mucho en este estado, por lo que era extraído generalmente de dos minerales -muy abundantes en el Sinaí y en el territorio correspondiente al Irán actual-, cuya constitución química corresponde a carbonatos hidratados de cobre, la azurita ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) y la malaquita ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$). Estas "piedras azuladas", tratadas con fuego de leña daban lugar a cobre metálico, mediante lo que hoy se conoce como un proceso de reducción. Posiblemente esta técnica fuera debida a un hallazgo accidental, proponiéndose que, por ejemplo, podía haber ocurrido cuando al encender el fuego de cocinar sobre esos minerales tan frecuentes en aquellas regiones, surgiesen algunos puntos de un rojo brillante debidos a la formación de cobre metálico. La obtención de este metal a partir de esos compuestos de cobre(II) constituye para la historia de la ciencia el primer proceso metalúrgico de obtención de metales a partir de sus menas. Se comienza así a utilizar el cobre tanto para instrumentos de uso doméstico como para fabricar armas y piezas ornamentales, habiéndose encontrado un considerable número de objetos de cobre fundido entre restos egipcios y sumerios de una antigüedad entre el 3500 y 3400 a.C., época correspondiente al periodo predinástico y a la primera dinastía egipcia. Estos dos pueblos son, al menos por lo que se ha sabido hasta hoy en día, los más antiguos en el trabajo con metales, aunque tal vez aprendieron estas técnicas de otras civilizaciones del Extremo Oriente. Por otra parte, en pinturas también pertenecientes a las tumbas de Beni Hasan se describe cómo trabajaban el cobre los artesanos egipcios.

Las técnicas para tratar el oro y el cobre se extendieron pronto a la cuenca mediterránea. Primero a Chipre (isla

muy rica en piritas de cobre y de cuyo nombre, Cyprus, proviene el de este metal, *cyprium* y luego *cuprum*, en latín), continuando con la cultura minoica de Creta, y después con la micénica. De estas dos últimas quedan interesantísimos restos, aunque ya muy posteriores: de la cretense sobresalen los vasos de oro de Vafio, aproximadamente del 1500 a.C. (Figura 2) y de la micénica, diversos objetos de oro hallados en Micenas y otros de cobre y esmalte de Tirinto, entre el 1500 y 1200 a.C.



Figura 2. Vaso de Vafio, en oro (cultura cretense)

Al cobre siguió el descubrimiento de la aleación del cobre y estaño, el *bronce* (hacia el 4300 a.C.), lo cual supuso otro paso decisivo en el trabajo con metales y en la evolución de la cultura de la humanidad (Edad del Bronce, que se extiende aproximadamente hasta el 1000 a.C.). El bronce era más duro que el cobre, por lo que podían obtenerse con él armas muy poderosas. En un principio ésta y otras muchas aleaciones muy probablemente surgieron de forma natural, ya que en el mismo yacimiento aparecían con frecuencia distintos minerales mezclados (mezclas generalmente indistinguibles del mineral único para el hombre de entonces), con lo que al intentar obtener un determinado metal se obtendría en realidad el metal aleado con otros. Por ello, existen algunas opiniones que consideran que el conocimiento del bronce fue, incluso, anterior al del cobre. Los primeros vestigios que nos han llegado del bronce corresponden también a Egipto, aproximadamente datan del 3000 a.C. (sexta dinastía) o incluso antes. Uno de los aspectos más conflictivos sobre la metalurgia de esta aleación se refiere al origen del estaño empleado en ella, dada la poca abundancia de minerales de estaño. Hasta se ha llegado a suponer que éste era transportado por los navegantes fenicios nada menos que desde las islas Casitérides, la actual Gran Bretaña, concretamente de las costas de Cornualles (de ahí el nombre del mineral casiterita, dióxido de estaño y mena de este metal). No obstante, también se piensa que era extraído de minas situadas en Persia, hoy en día totalmente agotadas (Partington, 1961-1970). En cuanto al estaño como metal independiente, su metalurgia fue conocida sin embargo mucho después, hacia el 1800 a.C. (Tabla 1).

Hacia el 3800 a.C., los antiguos egipcios conocieron el *asem* -llamado *electron* por los griegos y *electrum* por los romanos- término con el que designaban la aleación natural de oro y plata, aunque en aquella época era considerado como un metal diferente. También por esa época, entre el 4000 y 3500 a.C., conocieron el *plomo*, la *plata* (en cuanto a plata nativa y, además, no libre de

oro, pues su metalurgia será muy posterior, en época greco-romana, a partir de su sulfuro, la argentita, como mena principal) e, incluso, el *hierro*. Pero éste último, pese a la enorme abundancia de sus minerales en la corteza terrestre, era muy escaso, ya que los egipcios en aquella época no sabían extraerlo de sus minerales. Por esta razón, se ha llegado a suponer que este hierro tuviera su origen en meteoritos, como parece confirmarse por la presencia en él de algo de níquel. No obstante, quedan como interesantísimos vestigios algunas herramientas halladas en el interior de pirámides y, sobre todo, unas cuentas de hierro correspondientes a una pieza de joyería, un collar en el que se hallaban ensartadas junto con otras cuentas de lapislázuli. No será hasta mucho después cuando los egipcios disponen de gran cantidad de este metal, procedente de los hititas. Este último pueblo, guerrero por excelencia y asentado en Asia Menor (en el territorio de la actual Turquía, concretamente en la región de Ankara, como puede comprobarse en el Museo de las Civilizaciones de Anatolia de esta ciudad), fue capaz de encontrar una técnica para poder extraer el metal de sus minerales, hacia el 1400 a.C. Este proceso requería unas temperaturas mucho más elevadas que para los otros metales entonces conocidos y las lograron mediante el empleo de hornos calentados con carbón vegetal, en lugar de hacerlo en hornos de leña. Además, supieron transformar el hierro frágil que directamente se obtenía de este proceso en un producto duro y de gran tenacidad. De esta manera iniciaron lo que se conoce en la historia como Edad del Hierro (1000 a.C. hasta principios de nuestra era, aproximadamente), ya que el empleo de este metal proporcionaba no sólo armas de mayor dureza y eficacia para la guerra, sino también herramientas y objetos de mucha mejor calidad para la vida cotidiana. En definitiva, los pueblos poseedores de este nuevo metal pudieron alcanzar mayor fuerza y poder que aquellos que disponían tan sólo de armas de bronce.

Llegamos con todo esto al conocimiento de los llama-

Tabla 1. Época del descubrimiento y utilización de los metales en la Antigüedad

Metal	Comienzo de su utilización (a.C.)
Oro	Antes del 5000
Cobre nativo Cobre de fundición	Antes del 5000 4300
Bronce	4300
Asem (Electrum)	3800
Plomo	3500
Plata (libre de oro)	2500
Estaño	1800-1600
Hierro	1400
Mercurio	400

dos siete metales de la Antigüedad, que se relacionaban con los cuerpos celestes entonces conocidos (el Sol, la Luna y cinco planetas), a los que dieron también su nombre.

En cuanto al *mercurio*, si bien se afirma que se ha detectado su presencia en algunas tumbas egipcias (1600-1500 a.C.), su obtención no tuvo lugar hasta mucho después, en la época greco-romana, hacia el 400 a.C. El proceso metalúrgico era muy sencillo, bien por simple calentamiento del cinabrio -sulfuro de mercurio(II), HgS- o bien agitando éste con vinagre. Los textos romanos señalan también el descubrimiento del *latón*, al que en un principio se tomó como un tipo de cobre y no como lo que realmente era, su aleación con cinc.

LOS PRIMEROS ARTÍFICES EN JOYERÍA

En un principio, hasta aproximadamente el 4000 a.C., el oro se utilizaba también en la confección de objetos de uso común, pero después se va restringiendo su empleo tan sólo para la fabricación de joyas. Éstas se elaboraban básicamente con lo que los antiguos denominaban metales "preciosos" -oro, plata y la aleación de ambos, el *asem-*, que eran trabajados por los artesanos a causa de su brillo y la belleza de su color, así como por su calidad de metales "nobles", pues no sufrían las alteraciones que la humedad o el aire provocaba en otros. Por esto, la producción de joyas en la Antigüedad estaba en manos de los orfebres, etimológicamente trabajadores del oro (término que, por extensión, incluye los trabajos con metales preciosos, en general). También se empleaban aleaciones en las que los metales preciosos se mezclaban con metales que ya no lo eran. Por ejemplo, se ha encontrado buen número de joyas en las que el oro está aleado con el cobre. Incluso, se han llegado a utilizar otros metales que, aunque fueran metales comunes, presentaban unas propiedades físicas de belleza e inalterabilidad que les hacían aptos para este fin, habiéndose encontrado muchas joyas de cobre, bronce o, incluso, hierro (acero, principalmente).

Al empleo de metales en la confección de estos adornos se fue añadiendo el de piedras preciosas y semipreciosas: rubí, esmeralda, diamante, granate, agua marina, zafiro...y cristal de roca, ágata, ónix, jade, lapislázuli u obsidiana, entre otras muchas (**Figura 3**). Y asimismo se utilizaban materiales de origen orgánico (perlas, nácar, ámbar, coral, carey, azabache, marfil, espinas de peces, cuernos de rinoceronte..), así como



Figura 3. Collares y pendientes egipcios en oro, diversas gemas y esmaltes.

otros ya de tipo sintético (cerámica y, sobre todo, vidrios y esmaltes). De este modo, va naciendo la industria de las joyas, que alcanzó una enorme importancia en los tiempos antiguos y en la que fueron expertos sobre todo los artesanos de Egipto y Mesopotamia, hasta tal punto que estos pueblos constituyeron los centros de producción joyera de la Antigüedad.

Además de su finalidad meramente ornamental (Figura 4), las joyas podían tener un sentido religioso y mágico, destinándose con este fin determinadas piezas de joyería a ciertos rituales, por lo que aparte de collares, pendientes, anillos o brazaletes, los artesanos confeccionaban otros objetos de carácter sagrado, como vasos, candelabros o incensarios, además de piezas votivas y amuletos (como son, por ejemplo, los famosos escarabajos egipcios, fabricados con una pasta vítrea de color azul). Éste ha sido un poderoso argumento que ha dado pie a que se llegase a pensar que los lugares donde se producían las joyas eran los templos. Y allí, los sacerdotes serían los cuidadosos guardianes de los secretos del arte en joyería. Pero esta opinión a la larga no ha parecido consistente, prevaleciendo la idea de que esos recintos religiosos se dedicarían tan sólo a la fabricación de amuletos y exvotos, más que a la de joyas en general (Multhauf, 1966). En cualquier caso, parece ser que los templos egipcios sí que eran los "laboratorios" donde se conocían y practicaban las primeras técnicas metalúrgicas.

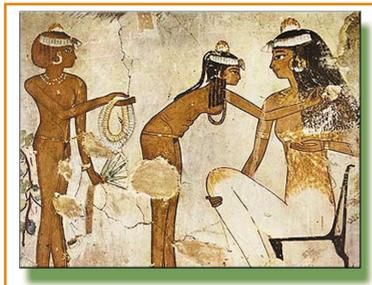


Figura 4. Escena de la vida cotidiana en Egipto: doncellas adornando a su señora con joyas (pintura de la necrópolis de Menfis).

Sobre la fabricación y los tipos de joyas en la Antigüedad, sobre las técnicas y materiales empleados, los estudios arqueológicos proporcionan una amplísima información. Debe tenerse presente que las joyas se destinaban no sólo a los vivos, sino también a los muertos, para su vida del más allá. Por esta razón, las tumbas constituyen una fuente de restos de este tipo de una valía incalculable desde la perspectiva de la investigación arqueológica y también de la investigación en historia de la ciencia. No hay más que pensar en las tan conocidas tumbas egipcias, bien las construidas en las pirámides, bien las de los hipogeos (como los del Valle de los Reyes y el de las Reinas, en Tebas). Tal vez, el ejemplo más representativo de éstas últimas sea la tumba de Tutankhamen, descubierta hace relativamente poco tiempo, en 1922, con su deslumbrante tesoro faraónico (Figura 5A). Asimismo, aunque ya a cierta distancia, son importantes los hallazgos realizados en las tumbas reales mesopotámicas de la ciudad caldea de Ur, consistentes en gran cantidad de diade-

mas, pendientes, collares y amuletos (Figura 5B). O ya en la cultura micénica, por ejemplo, la llamada máscara de Agamenon (Figura 5C), hallada en una tumba de Micenas.



Figura 5. (A) Máscara funeraria de Tutankhamen (oro, lapis-lázuli, obsidiana, turquesa, cornalina y vidrio), de Tebas - (B) Amuleto de oro representando un toro, de Ur - (C) Máscara llamada de Agamenon (en madera recubierta con lámina de oro), de Micenas

PROCESOS QUÍMICOS EN LA JOYERÍA DE LA ANTIGÜEDAD

En cuanto a su estrecha relación con la química, en primer lugar resulta evidente en los trabajos de metalurgia: la obtención, purificación, ensayo de metales y aleaciones e, incluso, su manipulación para ir trabajando la joya (soldar, fundir, alear, moldear los metales, preparar con éstos finísimas láminas y, también, la inclusión de otros materiales en las superficies metálicas). Son procesos, asimismo, de tipo químico la obtención de vidrios y esmaltes, que se fueron incorporando al arte joyero para decorar y como sustitutivos de gemas. Los materiales para la fabricación de vidrio-sílice (arena o cuarzo) y carbonatos alcalinos, cuya mezcla se calentaba para obtener el vidrio- eran muy abundantes sobre todo en Egipto, cuyos lagos salados de la zona de Alejandría proporcionaban el *natrón*, producto salino constituido fundamentalmente por carbonato de sodio y que con muy variadas aplicaciones fue utilizado por este pueblo. Así, se han hallado restos de fábricas de vidrio en las antiguas ciudades egipcias de Tebas y Menfis. Por otra parte, se observó que la presencia de óxidos metálicos en esa mezcla producía, según el óxido empleado, vidrios de distintos colores, lo cual dio lugar a que éstos se fueran empleando muy a menudo en sustitución de las gemas: vidrio rojo, azul, verde, violeta... en lugar de rubí, zafiro, esmeralda, jacinco, etc.... En cuanto a los esmaltes, el procedimiento y materias primas para obtenerlos eran muy similares a los de los vidrios, si bien siempre era necesaria la presencia de óxidos metálicos.

Todos éstos eran procesos pertenecientes a la química práctica. Sin embargo, donde este tipo de operaciones resultaba, sin duda, protagonista era en la llamada joyería de imitación.

Joyería de imitación

En un principio se trabajaban las joyas básicamente con materiales preciosos, pero a medida que su demanda se hace más intensa -no sólo en Egipto y Oriente Medio, sino entre griegos y romanos- estos materiales son más difíciles de encontrar. Ante este fenómeno los

metales preciosos comienzan no ya a ser escasos, puesto que aun las minas existentes estaban lejos de agotarse, pero va aumentando su valor, sobre todo el del oro. Por ello los orfebres empiezan a buscar fórmulas con las que conseguir preparar materiales que tuvieran la apariencia de metales preciosos y de gemas, pero partiendo de otros mucho menos costosos. En consecuencia, unas veces mezclaban metales para encontrar aleaciones que en su aspecto y propiedades se parecieran al oro, la plata o el *asem*. Es decir, conseguían aleaciones que teniendo bajo -o, incluso, ningún- contenido en oro o plata tenían el aspecto de esos metales. Otras veces intentaban dar determinadas coloraciones a las superficies metálicas que recordaran la apariencia de esos metales preciosos ("doraban" y "plateaban"). De ahí su interés por el color. Incluso, los antiguos joyeros a veces utilizaban la palabra oro para referirse tan sólo al color típico de este metal y no al metal en sí. Algo similar llevaban a cabo en lo que se refiere a las piedras preciosas, tiñendo determinadas piedras, por ejemplo, para que semejaran esmeraldas o rubíes.

En este sentido, preparaban aleaciones de oro con plomo, cobre o cinc, intentando con ello "doblar" o al menos aumentar la cantidad de oro. O, simplemente doraban metales corrientes (como cobre, estaño o plomo), es decir, producían en ellos una coloración como la del oro, utilizando una muy pequeña cantidad de este metal e, incluso, sin utilizarlo en absoluto. El procedimiento del *dorado* era, pues, muy utilizado, y podía llevarse a cabo por diversas técnicas. La más antigua de éstas consistía en dorar con plomo. También existía la técnica de dorar al fuego o la de dorar con disoluciones de oro en mercurio, es decir, con amalgamas de oro (Multhauf, 1966). Así, para dorar un metal con la técnica del plomo, se introducía la pieza dentro de una aleación fundida de oro y plomo, eliminándose después este último generalmente por corrosión. Por su parte, en el método de la amalgama lo que se hacía era pintar la pieza con ésta y después se calentaba, con lo que se evaporaba el mercurio y quedaba el objeto recubierto por una fina lámina de oro.

Y para conseguir la apariencia de oro sin utilizar este metal, se empleaban aleaciones de cobre y *asem* (que, como se ha dicho ya, en aquella época era considerado un metal diferente, ignorándose que contuviera oro), o bien con una pasta de cobre, hierro y compuestos de arsénico más una goma vegetal. Estos compuestos de arsénico eran dos sulfuros, muy utilizados también como pigmentos para pinturas: el *rejalgar* (AsS) y, sobre todo, el *oropimente* (As_2S_3). Precisamente el nombre de este último, que aparece en la naturaleza en forma de cristales muy frágiles de un color amarillo dorado (Figura 6), proviene del latín *auri pigmentum* (Taton, 1989) y de él se dice que el mismo emperador romano Calígula impulsó y financió una compleja operación de fabricación de oro partiendo de dicho pigmento, según narra Plinio en su *Historia Natural*.

El conjunto de todas estas técnicas se conoce como



Figura 6. Cristales de oropimente, utilizado para imitar el oro.

aurificción, que tanta importancia tuvo posteriormente entre los alquimistas: dar a ciertos metales la apariencia de oro, imitación que en última instancia llevaría a la falsificación de este metal (Brock, 1992). Sin embargo, a veces estas técnicas de mezclar metales preciosos con metales ordinarios no tenían como fin la imitación, sino conseguir determinados efectos de colores, que embellecieran la pieza elaborada. Los efectos de las distintas coloraciones de las mezclas de metales ya fueron mencionados por Homero en *La Iliada*, al describir el escudo de Aquiles: si el oro se aleaba con plata, su color amarillo pasaba a ser blanco, y si se aleaba con cobre, se volvía rojizo, mientras que el color negro se conseguía mediante una mezcla de azufre en polvo, plomo y cobre o plata, lo que daba lugar al producto que posteriormente se denominó *niello*. Pero, en general, este tipo de operaciones de joyería tenía como objetivo la imitación.

Los papiros químicos

De estas y otras operaciones han quedado testimonios escritos de enorme interés. El más antiguo que nos ha llegado, al menos hasta el momento actual, es una tablilla asiria del 1600 a.C. (Museo Británico), en la que se describe cómo se consigue preparar un vidrio de color azul mediante compuestos de cobre, a fin de que pareciera lapislázuli. Pero los documentos de mayor importancia en cuanto al número y variedad de recetas de este tipo, son los llamados "papiros químicos". Además, la forma de describir dichas recetas resulta de una claridad bastante aceptable para el químico de nuestros días. Por todo ello, constituyen un verdadero texto de química experimental de la Antigüedad, de un enorme valor.

Estos manuscritos formaban parte de un conjunto de papiros escritos en griego, del siglo III d.C., que se encontraron en una tumba de Tebas dentro del sarcófago de una momia. A principios del siglo XIX fueron adquiridos por el vicecónsul de Suecia en Alejandría, quien posteriormente vendió la parte principal de esta colección al gobierno de Holanda (Williams, 2000). Este

documento fue depositado en el Museo de la Universidad de Leiden, por lo que se le denomina papiro X de Leiden. La otra parte quedó en tierra sueca y se halla en el Museo de Estocolmo (papiro de Estocolmo). Entre ambos suman más de 200 recetas, correspondiendo al trabajo con metales, la obtención de piedras preciosas falsas y la imitación de tintes muy costosos, como la púrpura. Aunque en un principio se ignoraba, con el tiempo se comprobó que los dos papiros eran del mismo autor -probablemente un químico o un orfebre egipcio, enterrado en la tumba donde fueron hallados- y, además, que eran complementarios. El de Leiden, mucho más extenso, hace mayor énfasis en lo referente a los metales, mientras que el de Estocolmo, a la imitación de gemas. En este sentido, el papiro de Leiden contiene alrededor de 100 recetas, de las que 75 están dedicadas a los metales: soldar metales, preparar aleaciones, colorear superficies metálicas, ensayar la pureza y calidad de metales preciosos o purificar algunos metales (como el estaño). Dentro de este grupo, hay un total de 20 recetas que hacen referencia al oro y otras 14 a cómo escribir en letras de este metal, procedimientos muy utilizados posteriormente en Bizancio, Oriente Medio y el Medioevo europeo (Ihde, 1984), describiéndose en conjunto los distintos métodos de dorar y de platear superficies metálicas. Otras 30 recetas de este grupo se dedican al *asem* y sus imitaciones, aunque a veces se refieren con este nombre no ya sólo a la aleación oro/plata, sino a cualquier aleación en general. Por otra parte, las recetas restantes tratan del tinte en color púrpura o en otros colores. Sin embargo, no incluye este papiro la preparación de piedras preciosas artificiales, aspecto al que ya el de Estocolmo dedica una gran extensión. Del total de recetas de este segundo papiro, sólo 9 tratan de trabajos relacionados con metales, mientras que 60 dan recetas sobre tintes, 70 sobre la imitación de gemas y 10 de la producción de perlas artificiales. Hay que destacar que muchas veces esas recetas para preparar metales o piedras preciosas artificiales no traspasan la simple intención de imitar, pero en otros casos muestran un carácter claramente fraudulento.

Todo este contenido de los papiros químicos, como se les suele denominar, ha sido conocido gracias a las sucesivas traducciones que de ellos se hicieron. En primer lugar, a finales del siglo XIX se tradujeron al latín, y luego al francés y al alemán, introduciéndose también interesantes comentarios y anotaciones desde el punto de vista químico. Siguiendo en esta línea, se hizo una traducción al inglés con un importante estudio crítico dentro de la rama de investigación denominada Química Arqueológica (Caley, 1926 y 1927).

Veamos como muestra algunas de esas recetas:

Recetas químicas de joyería

Revestimiento de cobre (papiro de Leiden):

"Si se desea que el cobre tenga la apariencia de plata, después de haber purificado el cobre con cuidado, po-

nerlo dentro de mercurio y plomo blanco; el mercurio solo es suficiente para revestirlo". (es decir, se forma una amalgama de cobre, cuyo aspecto recuerda a la plata).

Hacer que un anillo de cobre parezca de oro (papiro de Leiden):

"Se muele oro y plomo hasta polvo tan fino como harina; tomar dos partes de plomo por una de oro y, habiéndolas mezclado, se amasa con goma. Se cubre el anillo de cobre con esta mezcla y entonces se calienta. Se repite varias veces hasta que el objeto haya tomado el color. Es difícil de descubrir porque al frotar aparece la marca propia de un objeto de oro y el calor consume el plomo, pero no el oro"

(con los términos "frotar" y "calor" se hace referencia a la prueba con la piedra de toque para reconocer el oro y se señala que es difícil descubrir la imitación).

Producción de rubí (papiro de Estocolmo):

"Tratamiento de cristal de tal manera que parezca rubí. Tomar un cristal ahumado y calentarlo gradualmente en la oscuridad; hasta que parezca que tiene calor en su interior. Calentarlo una vez más en residuos de fundición de oro. Tomar y sumergir la piedra en aceite de cedro mezclado con azufre natural y dejarlo en este tinte, con el propósito de que se absorba, hasta la mañana siguiente".

(el término "cristal" no puede hacer referencia en este caso ni al cristal de roca ni al vidrio, sino a algunas piedras de aspecto transparente o translúcido -como mica o alabastro- pero con cierto grado de porosidad, gracias al cual pudieran absorber el color del tinte).

De forma análoga, hay también una receta para conseguir *esmeraldas falsas*, tiñendo en este caso las piedras porosas en color verde al calentarlas con malaquita y azurita (es decir, con compuestos de cobre) en un medio amoniacal (conseguido éste con "la orina de un niño").

No obstante, este compendio de recetas químicas parece tener un claro antecedente bastante anterior, aproximadamente del 200 a.C. Se trata del texto *Physica et Mystica*, que constituye casi el libro sagrado de los alquimistas. Su atribuye al alquimista de Alejandría Bolos de Mende, al que también se le conoce como el "falso Demócrito" y que muy probablemente no era griego, sino un egipcio helenizado. Contiene este texto 27 recetas, de las que 13 tratan directamente de las técnicas del dorado y otras hacen referencia a cómo escribir con letras de oro. Sin embargo, la descripción de esos procesos es mucho menos precisa que en los papiros, recordando a veces el oscuro lenguaje alquimista. Por este motivo los papiros de Leiden y de Estocolmo resultan hasta el momento el documento escrito más valioso que nos ha legado la historia sobre la química en la Antigüedad y, dado su carácter eminentemente empírico, sobre la tecnología e industria química de entonces.

JOYERÍA Y QUÍMICA

Las recetas químicas de joyería incluyen, en su mayoría, operaciones de la química práctica de su tiempo que, en realidad, lo que implican son procesos muy sencillos y bien conocidos por la química actual (procesos electroquímicos de recubrimiento de metales, de reducción, de amalgamación...). Además, con esas recetas y con la carga de saber empírico que suponían, se fue enriqueciendo esa química práctica mediante nuevos métodos y procedimientos experimentales.

Bizancio recoge todo ese saber sobre el arte de la joyería y continúa elaborando bellísimas joyas, que también tienen una marcada influencia del mundo islámico. Efectivamente, es a éste último al que en la Edad Media se deben las más importantes innovaciones, sobre todo en los aspectos técnicos de manipulación de las piezas, tal y como son la incrustación de otros metales, gemas, esmaltes u otros materiales en los metales básicos, de repujado de éstos, etc.. (no hay más que recordar, por ejemplo, sus famosas técnicas de damasquinado). En cuanto al occidente cristiano medieval, los orfebres se dedican casi exclusivamente a la producción no ya de adornos personales, sino a la de piezas de carácter religioso. Y en el Renacimiento los trabajos de ensayo y purificación de metales fueron perfeccionándose, lo cual contribuyó también a enriquecer todas estas obras.

Dando un salto en el tiempo y llegando a momentos más cercanos a nosotros, las grandes novedades se han producido impulsadas por la química. Es así el hallazgo de nuevos metales nobles y su incorporación a las piezas de joyería. Principalmente el nuevo metal precioso, el platino, descubierto en las minas españolas de oro de México y América del Sur acompañando a ese metal, y que fue descrito por primera vez en 1748 por el español Antonio de Ulloa y de la Torre-Guiral (1716-1795). Es curioso pensar que al principio se utilizaba para adulterar el oro y que actualmente ya es más caro que éste. Por otra parte, los trabajos de Davy y de Faraday sobre electroquímica condujeron hacia 1840 a la técnica de la galvanoplastia, o recubrimiento de un metal por otro mediante el empleo de la electricidad, lo cual supuso una enorme innovación al ser aplicada a la producción de joyas. Otra gran etapa fue la obtención de gemas sintéticas, como rubí, esmeralda o diamante, sobre todo la de este último, consecuencia de la aplicación de nuevas técnicas físico-químicas a la síntesis de materiales. Tras muchos intentos fallidos, el físico norteamericano Percy William Bridgman (1882-1962) consiguió su síntesis, al idear una técnica construyendo un equipo que permitía alcanzar altas presiones. Así, la combinación de altas presiones y altas temperaturas dio lugar a la síntesis de diamante a partir de carbón, al facilitar en éste último el reposicionamiento de los átomos de carbono.

Dejando aparte estos y otros procedimientos actuales de la obtención sintética de gemas, así como del tratamiento de metales y la incorporación de otros

materiales nuevos, puede afirmarse que, desde los comienzos de estas artes, joyeros y orfebres tuvieron que recurrir a la química para llevar a cabo sus delicados trabajos, pero asimismo dieron un notable impulso al desarrollo de aquélla. Por una parte, al ir buscando la utilización de nuevos materiales, se incrementó el conocimiento de las propiedades y comportamiento de las sustancias químicas y, por otra, al intentar la imitación de metales y gemas se hallaron numerosos procedimientos que pudieron luego ser aplicados en otros capítulos de la química experimental.

JOYERÍA Y ALQUIMIA

También se ha llegado a considerar que la joyería fue el núcleo donde se gestó la alquimia, en sus procedimientos y en su filosofía con la idea central de la transmutación de los metales en oro. Recordemos, por una parte, la teoría aristotélica sobre la naturaleza de la materia, que fue la dominante a lo largo de toda la Edad Media: no habría más que una materia primitiva de la que estarían formadas todas las sustancias de nuestro mundo y, al tomar esa materia primitiva distintas formas o cualidades, daría lugar a los diferentes objetos. Si pensamos ahora en las técnicas de dorar metales o en las aleaciones para conseguir que éstas parezcan oro, ¿no estarían próximas a la aspiración suprema de los alquimistas de la transformación o transmutación de los metales en oro? Cambia la apariencia del metal corriente, su color, para parecerse al del oro. Es decir, cambia su cualidad. Y entonces, ¿no cambiaría también con ello su naturaleza y se transformaría en oro? En esos cambios de coloración, el gran interés tanto de joyeros como de alquimistas, estaría muy probablemente, pues, el origen de las ideas y prácticas de éstos últimos.

REFLEXIONES FINALES

Los trabajos de joyeros y orfebres, tan íntimamente relacionados y que han recorrido caminos a veces paralelos, a veces totalmente coincidentes, requieren la aplicación de unas técnicas delicadas y laboriosas. Además, exigen y, sobre todo, exigían en aquellos tiempos en los que no existía una mecanización de los procesos de producción, unos conocimientos y una práctica química en cuanto a la purificación, obtención y manipulación de los variados materiales utilizados. Por otra parte, es innegable el impulso que la demanda social de las piezas fabricadas por esos artífices trajo consigo, impulso que ha creado indudables ventajas implícitas en todo desarrollo, como es en este caso el aumento de la industria joyera y de su producción, con el correspondiente auge económico. Pero a su vez también ha conducido a problemas como, por ejemplo, el empobrecimiento de los recursos naturales por el abuso de determinados materiales. Y la superación de estos problemas, aunque en principio pudiera parecer paradójico, a veces ha aportado nuevas ventajas, como el avance en determinadas técnicas y procesos de laboratorio y la invención de otros nuevos.

En definitiva, en el arte de la joyería confluyen de forma manifiesta aspectos técnicos, científicos -químicos en este caso- y sociales, lo que le convierte en una clara evidencia de las relaciones ciencia/tecnología/sociedad (Esteban, 2001). Además, las joyas también nos ofrecen una perspectiva en la que una parte de nuestra vida cotidiana se halla directamente conectada con la ciencia y la tecnología. Detrás de algo tan banal como puede parecer una joya hay detrás toda una trayec-

toria de conocimiento teórico y práctico en diversos campos.

De aquí también su papel en la historia de la ciencia, puesto que no se puede separar la producción de joyas, desde sus comienzos, del contexto científico donde tuvo lugar, ni tampoco obviar su aportación al progreso de la ciencia.

REFERENCIAS :

1. BROCK, W.H. (1992): *Historia de la Química*. Madrid. Alianza Editorial.
2. CALEY, E.R. (1926): "The Leyden Papyrus. An English translation with briefs notes". *J. Chem. Educ.*, 3, 1149.
3. CALEY, E.R. (1926): "The Stockholm Papyrus". *J. Chem. Educ.*, 4, 979.
4. ESTEBAN SANTOS, S. (2001): *Introducción a la Historia de la Química*. Madrid. UNED (Cuadernos de la UNED).
5. HOEFFER, F. (1866): *Histoire de la Chimie*. Paris. Gutenberg Reprints.
6. IHDE, J.I. (1984): *The Development of Modern Chemistry*. New York. Dover Publications, Inc.
7. MULTHAUF, R.P. (1966): *The Origins of Chemistry*. London. Oldbourne.
8. PARTINGTON, J.R. (1961-1970): *A History of Chemistry*. London. Macmillan & Co. Ltd. 4 vols.
9. SARTON, G. (1959): *Historia de la Ciencia*. Buenos Aires. Ed. Universitaria de Buenos Aires.
10. TATON, R. (ed.) (1989): *Historia General de las Ciencias*. Barcelona. Destino.
11. WILLIAMS, K.R. (2000): "Ancient Recipes". *J. Chem. Educ.*, 77(3), 300.

Congresos



EENC 2005

3 - 8 July 2005
Veldhoven
The Netherlands

Dates and deadlines

Administrative charge of 100.- on cancellation before 10 June 2005

No refund possible on cancellation after 10 June 2005

Conference
3-8 July 2005

On-line Registration

The on-line registration is a two step process.

Step 1

First you will be asked to complete a form. Then you have to validate it, after which, depending on your wishes further information might be required. After completion the registration can be submitted.

Step 2

After that you will receive a second e-mail. with access information to your private 'home-page' on the www.euromar.org site.

Home-page

From this home page you will be able to update your personal information in case of any mistake. Moreover, you will be offered the possibility to prepare on-line abstracts for posters and/or orals. You may enter several abstracts.

Important note: your e-mail will be an unique code, associated with your name. So no one else can use your e-mail with regard to registration. (This form will be processed and you will receive an e-mail with further instructions to finalize the registration process.)

OMCOS 13

IUPAC SYMPOSIUM ON ORGANOMETALLIC CHEMISTRY
 DIRECTED TOWARDS ORGANIC SYNTHESIS
17>21 JULY 2005
GENEVA SWITZERLAND

CONTACT

OMCOS 13 Secretariat:
 OMCOS 13 Secretariat
 University of Geneva
 Section de Chimie
 30 Quai Ernest-Ansermet
 CH-1211 Geneva 4
 Switzerland
 Tel. +41(0)22 379 3187
 Fax +41(0)22 379 3215

Internet links:
 E-mail: omcos13@chiorg.unige.ch
 Website: <http://omcos13.unige.ch>
 Webmaster: Didier Perret

