

EL PRIMER METAL

Me preguntan a veces cómo elijo el tema de mis ensayos científicos. La respuesta es clara y terminante: no lo sé.

Más alguna vez sí que vislumbro una fugitiva visión de los procesos mentales que intervienen, antes de que se disipen y borren para siempre.

Así, hace varias semanas encontré en una revista de química unos comentarios respecto al metal galio, que es muy interesante por dos motivos: jugó un papel melodramático en el establecimiento de la tabla periódica y tiene un punto de fusión muy notable.

Eso me brindaba la posibilidad de un ensayo sobre el sistema periódico, o bien de uno sobre los puntos de fusión de los metales. Por unos momentos rumié vagamente lo que podría decirse sobre los puntos de fusión. Me pareció que si me ponía a estudiar el del galio tendría que estudiar primero el del mercurio.

Y si estudiaba el del mercurio, tendría que mencionar de ese metal algunas otras particularidades, sobre todo el hecho de que era uno de los siete conocidos por los antiguos.

Entonces, ¿qué tal si empezase por un ensayo sobre los metales de la antigüedad? Eso es lo que voy a hacer ahora, con el propósito de pasar luego al mercurio y después al galio. Pues así es cómo elijo mis temas, al menos en este caso.

Los siete metales conocidos por los antiguos fueron, por obra alfabético: el cobre, estaño, hierro, mercurio, oro, plata y plomo. El descubrimiento de cada uno se pierde en las brumas del pasado, pero es mi firme sospecha que el primero que se descubrió fue el otro. El fue, pues, el metal primero.

¿Por qué no? El otro se presenta a veces en forma de pepitas brillantes. Su reluciente y hermoso color amarillo llamaría poderosamente la atención y en seguida sería utilizado como adorno.

Al trabajarlo, el otro destacará casi inmediatamente como una materia notable, muy distinta de la piedra, la madera y el hueso, que el hombre llevaba labrando miles de siglos. No sólo presentaba un color brillante, sino que pesaba mucho más que cualquier piedra del mismo tamaño.

Además, supongamos que se le quería dar a la pepita una forma más simétrica. Para labrar una piedra, había que golpearla cuidadosamente con un cincel de piedra, que desprendí finas lascas pétreas del objeto labrado.

El oro no se comportaba de esa manera. El cincel sólo le hacía abolladuras. Al golpearlo con un mazo, aquel metal no se pulverizaba como las piedras; se aplastaba formando láminas muy finas. También se le podía estirar en delgados alambres, cosa imposible con las piedras.

Irían descubriéndose otros metales-otras materias que tenían brillo, pensaban mucho y eran maleables y dúctiles; pero ninguno tan bueno como el oro. Ninguno tan bonito ni tan pesado. Es más, otros metales tendían a perder su brillo, más o menos pronto, al exponerlos largo al aire; el oro, jamás lo perdía.

Y tenía el oro otra propiedad que aumentaba su valor: era raro. También lo eran los demás metales, pero en menor medida. La corteza terrestre es primordialmente rocosa; son rarísimas las

pepitas metálicas. Hasta la palabra metal parece proceder de la griega *métallon*, que significa “buscar”, doble tributo a su escasez y a su utilidad.

Los químicos modernos han evaluado la composición de la corteza terrestre, en términos de sus elementos constitutivos, incluyendo los siete metales de la antigüedad. La tabla 1 da las cifras de los siete, en gramos de metal por tonelada de corteza, por orden decreciente de concentración.

TABLA 1

Metal	Concentración (g/Tm)
Hierro	50000
Cobre	80
Plomo	15
Estaño	3
Mercurio	0,5
Plata	0,1
Oro	0,005

Como veis, el oro es con mucho es más escaso de los siete metales. Una concentración de 0,005 g. por toneladas equivale a una parte en 200 millones. Sin embargo, es considerable la cantidad total de oro existente en toda la corteza. A ese porcentaje corresponde una masa de oro de 155.000 millones de toneladas.

También hay oro en el mar, en forma de fragmentos metálicos ultramicroscópicos, en una concentración de 5 millonésima de gramo por tonelada, que hacen en total unos 9 millones de toneladas. El oro oceánico está tan diluido que por ahora no podría beneficiarse sin grandes pérdidas. Por eso jamás se ha extraído oro del mar. En el suelo hay mayor concentración; pero extraerlo del suelo resulta más trabajoso. Si en él estuviese el oro uniformemente distribuido, tampoco serviría de nada.

Pero su distribución no es uniforme. Hay algunas raras regiones accesibles que contienen oro bastante para extraerlo con grandes ganancias, aun por medios primitivos, y donde a veces se encuentra oro bastante puro, en pepitas de regular tamaño.

Pero así sólo se aprovecha una exigua proporción del oro existente. En los 6.000 años de historia civilizada, nada se ha buscado con más avidez que el oro. No obstante, se calcula que la cantidad de total de oro extraída del suelo por la humanidad sólo importa 50.000 toneladas. Es más, entre todas las minas del mundo sólo rinden unas 1.000 toneladas al año (la mitad en Sudáfrica). Aun así parece estar a la vista del agotamiento de todas las minas de oro del mundo.

Es interesante apreciar qué cantidad tan pequeña de oro ha bastado para influir en tan enorme medida en la historia de la humanidad. Si todo el oro extraído hasta ahora de la tierra se fundiese en un cubo, éste tendría 290 pies (88 metros) de arista. Y si se utilizase para pavimentar un área d tamaño de la isla de Manhattan, la capa de oro tendría como 1mm. de espesor. (Para que aprendan los inmigrantes que antes decían que las calles de Nueva York estaban pavimentadas de oro. Tendría que ser de una sutileza etérea el tal pavimento.)

Cabe ahora preguntar por qué fue el oro el primer metal que se descubrió, siendo el más raro de los siete.

Se explica eso por la diferente actividad de los metales, su diferente tendencia a combinarse con otros elementos para formar compuestos no metálicos.

La actividad de los metales puede medirse en voltios de “potencial oxidación”, pues las corrientes eléctricas pueden hacer que los átomos metálicos se depositen como metal puro, o que se disuelvan como iones. Al hidrógeno, que según criterios químicos tiene algunas propiedades metálicas, se le adjudica convencionalmente un potencial de oxidación de 0,0 voltios. Los elementos más activos que él, tienen positivo el potencial de oxidación; los menos activos lo tienen negativo. He aquí, en la tabla 2, las potenciales de oxidación de los siete metales antiguos:

TABLA 2

Metal	Concentración (g/Tm)
Hierro	+ 0,44
Estaño	+ 0,14
Plomo	+ 0,13
Cobre	– 0,34
Mercurio	– 0,79
Plata	– 0,80
Oro	– 1,50

Se ve que el oro es, con mucho, el menos activo de los siete metales, y por tanto el más idóneo, con mucho, para existir en forma metálica libre. Así, pues, aunque el oro es mucho menos abundante que el hierro, las pepitas de oro abundan mucho más que las de hierro. Como que si no fuese por un factor que pronto explicaremos, no existirían en absoluto las del hierro. Por añadidura, el destello amarillo del oro llama mucho más la atención que el gris sucio del hierro. Sucede por eso que, mientras en tumbas egipcias predinásticas, de 4.000 años a. de C., se hallan objetos de plata y cobre (metales también de los menos activos), hay objetos de oro considerados de fecha varios siglos anteriores.

En el Egipto primitivo la plata era más cara que el oro, simplemente porque era más rara en forma de pepitas.

Generalizado, hasta podríamos decir que los metales antiguos son los inertes. Pero entonces es obligado preguntar si había metales inertes *no conocidos* por los antiguos. La respuesta es afirmativa.

Tenemos que examinar seis metales del “grupo del platino”: el platino mismo, el paladio, rodio, rutenio, osmio e iridio. El platino, osmio e iridio hasta son algo más inertes que el oro; y los demás tan inactivos, al menos, como la plata. ¿Por qué, pues, no los conocieron los antiguos?

Dan tentaciones de echarle la culpa a la escasez de esos metales. Cuatro de ellos, el rutenio, rodio, osmio e iridio, son mucho más raros aún que el oro, con concentraciones en la corteza de solo 0,001 gramos por tonelada.

Comparten con el reino prerrogativa de ser los elementos menos abundantes en el mundo. (El reino tiene además la distinción exclusiva de ser el último elemento estable descubierto, pero eso es otra historia.)

Pero el platino es tan abundante como el oro, y el paladio abunda el doble. Si se encontraron pepitas de oro, ¿por qué no de platino y de paladio? Pues porque el oro amarillo llama mucho más la atención que el platino blanco. Además, los mejores yacimientos de platino están todos situados lejos de los antiguos focos de civilización del Oriente Medio.

Por último, yo sospecho que quizá hallasen alguna vez platino en pepitas y lo confundiesen con plata. El platino es mucho menos maleable que la plata y se trabaja con menos facilidad. Parece que estoy viendo al platero primitivo mirar contrariado esas pepitas y murmurar al tirarlas: "plata estropeada".

Hasta hoy el platino se distingue por su parecido con la plata. La diferencia no se reconoció claramente hasta 1748, en que el químico español don Antonio de Ulloa describió muestras de ese metal, halladas en sus viajes por Sudamérica. Lo llamó "platino", de la palabra española plata. El platino será, pues, siempre, al menos de nombre, "una especie de plata".

En vista de todo esto no es extraño que el hierro, el más abundante, con mucho, de los siete metales (500 veces más abundante que los otros seis juntos), se retrasase en aparecer respecto a los demás. Al cabo, era el más activo de los siete, el más apto para formar combinaciones y el más difícil de separar de ellas.

Que se conociese entonces fue acaso debido a una catástrofe cósmica ocurrida a millones de kilómetros de la Tierra.

Al cabo, con arreglo a las leyes químicas, el hierro sólo debía presentarse en la Tierra en forma de compuestos no metálicos; nunca como metal libre; pero no es esto lo que ocurre.

Hay tanto hierro en la Tierra y está tan acumulado hacia el centro, que un tercio de la masa del planeta forma un núcleo líquido de hierro y de su metal hermano el níquel, en la relación 10 a 1. Esto no afecta en sí a la corteza terrestre, pero debe de haber otros planetas con núcleos de hierro y níquel, y aparece que uno de ellos hizo explosión (el situado entre Marte y Júpiter, cuya órbita marcan hoy los asteroides, productos de la explosión). Los fragmentos menores bombardean la Tierra y algunos son trozos del núcleo de hierro y níquel. Si son lo bastante grandes, sobreviven al rozamiento con la atmósfera y hieren la corteza, donde se alojan como "pepitas de hierro" de origen celeste.

Trocitos de hierro-níquel, indudablemente de origen meteórico, han aparecido en tumbas egipcias que datan de 3.500 años a. de C. Estaban allí en calidad de joyas.

Mientras los metales sólo fueron utilizables como aparecían en pepitas, no podían menos de ser sumamente raros; pero algo antes de 3.500 años a. de C., ocurrió, el verdadero descubrimiento de los metales. Encontrar una pepita podía hacerlo, al cabo, cualquier tonto. Pero comprender lo sucedido, cuando aparecían pepitas de cobre entre las cenizas de un fuego, encendido sobre una piedra azul, exigía inteligencia.

Era atrevido el pensar que de las rocas podían obtenerse metales. Comenzó la ciencia metalúrgica y los hombres empezaron a buscar no sólo los metales, sino las menas de ellos; rocas que al calentarlas en piras de madera diesen el metal.

De ese modo se obtenía principalmente el cobre, y ése fue el metal milagroso de la época. Contando sus menas, abundaba 1.600 veces más que el otro. Y aunque la mena lo contenía en compuestos pétreos, no era lo bastante activo para hallarse fuertemente ligado a esos compuestos. En términos químicos, bastaba un ligero codazo para dejar libre el cobre.

Ese metal puro sólo servía para hacer ornamentos y algunos utensilios. Para otros fines era demasiado blando. Pero entonces hubo de ocurrir otro descubrimiento casual. Las menas del estaño podrían tratarse casi igual que las del cobre; y si algunas contenían a la vez cobre y estaño,

el metal mixto resultante (aleación) era mucho más duro y rígido que el cobre puro. Esa aleación se llama bronce. Los antiguos aprendieron a mezclar a propósito menas de cobre y estaño; y con el bronce obtenido, fabricaban armas de guerra. Así se inició la “edad del bronce”, que en el Oriente Medio, sede de las más antiguas civilizaciones humanas, comenzó hacia 3.500 a. de C. y duró algo más de 2.000 años.

Aquí el problema era el estaño. Abunda sólo 25 veces menos que el cobre, y las reservas del estaño del Oriente Medio se agotaron cuando aún quedaba cobre en suficiente cantidad. En consecuencia, hubo que buscar estaño hasta en los últimos confines del mundo. Los navegantes fenicios, los mejores y más audaces del mundo antiguo, se alejaron, con ese fin, hasta las “islas del estaño”.

En toda su historia mantuvieron secreta la situación de dichas islas, pero parece completamente seguro que salían al Océano Atlántico y navegaban rumbo Norte hasta Cornualles, en la punta Sudoeste de Gran Bretaña.

Cornualles es una de las pocas regiones de la tierra rica en la mena del estaño. En 25 siglos de continua explotación se han extraído de sus minas unos 3 millones de toneladas de estaño y no están agotadas aún. Sin embargo, su rendimiento actual es insignificante, comparado con el de las minas, relativamente intactas, de Malasia, Indonesia y Bolivia.

Pero ya cuando el bronce se lo llevaba todo por delante, sabían bien los antiguos que había otro metal más duro y rígido que él, y potencialmente mucho mejor para fabricar armas y herramientas: el hierro; esas pepitas metálicas que se encontraban algunas, aunque muy raras, veces.

Claro que había menas del hierro, lo mismo que las había del cobre y del estaño. Era, además, evidente que las menas del hierro abundaban muchísimo. Lo malo era que el hierro, mucho más activo que el cobre y el estaño, mantenía obstinadamente su puesto en las combinaciones. Las técnicas que bastaban para obtener cobre metálico no servían para el hierro; el que conseguían extraer de la mena estaba plagado de burbujas gaseosas. Era quebradizo y no servía para nada.

Se precisaban técnicas especiales, que exigían llamas sumamente calientes y carbones de alta calidad. Aun conseguidas las temperaturas que bastaban para fundir el hierro, expulsar las burbujas y prepararlo en forma pura, el producto final era decepcionante. El hierro extraído de la mena no era tan duro, ni mucho menos, como las pepitas meteóricas y no admitía filos tan agudos. Debíase la diferencia a que el hierro meteórico contenía níquel, metal desconocido en la antigüedad.

Pero después se desarrollaron métodos que daban hierro en el cual se introduce un poco de carbón del combustible. Se producía así una especie de acero y al final ese metal era el que se necesitaba.

Fue unos 1.500 años a. de C. cuando hacia las laderas meridionales del Cáucaso se encontró el secreto de producir buen hierro en cantidades útiles. Aquel país se llamaba reino de Urartu (el Ararat, donde pasó el arca de Noé). Esa región estaba entonces dominada por los Hititas, que centraban su poder al Este del Asia Menor. El reino hitita trató de monopolizar el conocimiento de la nueva técnica, pero la explotación de la nueva arma fue lenta. Antes de que los hititas convirtiesen realmente el hierro en un instrumento de conquista mundial, fueron conquistados ellos por una combinación de guerra civil e invasiones extranjeras.

La caída de los hititas sobrevino poco después del 1.200 a. de C.; y su secreta tecnología del hierro pasó a Asiria, país situado justamente al sur de Urartu. Los asirios fueron desarrollando el

hierro en una medida sin precedentes y hacia el año 800 a. de C. ya sacaban a campaña un ejército completamente férreo. Almacenaban lingotes de hierro, como nosotros uranio, y con análogo propósito. Durante 200 años los asirios se lo llevaron todo por delante, fundando el mayor imperio conocido hasta entonces en el Oriente Medio, hasta que sus víctimas aprendieron, a su vez, la tecnología del hierro.

Es interesante notar de paso que el hierro, con tanto abundar, no es el metal más abundante de la tierra. Hay otro más abundante, pero también más activo; por eso su desarrollo se retrasó más aún.

El metal más abundante en la corteza terrestre es el aluminio, cuya concentración vale 81.300 gramos por tonelada. Es 1,6 veces más abundante que el hierro, pero su potencial de oxidación vale + 1,66, mucho más alto que el del hierro mismo.

Eso significa que el aluminio tiene aún más tendencia que el hierro a formar compuestos y que es mucho más difícil arrancarle de ellos. Por añadidura no han caído del cielo pepitas de aluminio para enseñarle al hombre que ese elemento existe.

Por eso el aluminio, como metal libre, quedó completamente ignorado de los antiguos. Hasta 1825 no fue arrancado de un compuesto el primer trozo de aluminio metálico, bastante impuro, por el químico danés Juan Christian Oersted; y hasta 1886 no se descubrió un buen método para producir el metal puro barato y en cantidad. Generalmente los metales son más densos que las piedras. Expresando la densidad en onzas por pulgada cúbica, tenemos:

TABLA 3

Metal	Densidad (onzas/pulgada)
Estaño	4,2
Hierro	4,6
Cobre	5,2
Plata	6,1
Plomo	6,6
Mercurio	7,9
Oro	11,3

Como la roca típica tiene una densidad de unas 1,6 onzas por pulgada cúbica, hasta el menos denso de los siete metales es 2,5 veces más denso que la roca, y el oro unas 7 veces más denso.

Las densidades altas tienen sus aplicaciones. Si queremos encerrar mucho peso en poco volumen, usaremos metales mejor que piedras; y cuanto más denso el metal, mejor. Para eso el mejor sería el oro, pero nadie empleará oro como lastre corriente: es demasiado valioso. El mercurio, como líquido, sería demasiado difícil de manejar.

Eso deja como tercera opción el plomo; es relativamente barato para metal y pesa 4 veces más que la roca. Por eso el plomo simboliza la pesadez. La frase “pesado como el plomo” figura que el idioma como un tópico que, a fuerza de repetirlo, es mucho más expresivo que las frases “pesado como el oro” o “pesado como el platino”. (Deberíamos decir denso, en lugar de pesado, pero no importa.)

Hablamos también de “párpados de plomo” para significar el sueño invencible; o “andares de plomo” para designar andares que hace lentos y difíciles el cansancio o la tristeza.

Para hacer que una cuerda cuelgue en vertical, cualquiera le pondría peso en un extremo para que la fuerza de la gravedad la estire de arriba abajo. Un pedazo de plomo sería un medio sencillo de poner peso. Se obtiene así una “plomada”. Su nombre inglés “plumb line”, como el castellano, viene del latín “plumbum” = plomo; pues en inglés plomo se dice “lead”. La misma etimología tiene “to plumb the depth” = sondear.

Como los antiguos creían que cuanto más pesado fuese un objeto, más rápidamente caería, para ellos un objeto de plomo caería con más rapidez que otro del mismo tamaño de materia menos densa. De ahí la frase de “caer como el plomo” o “desplomarse”.

Todas esas frases perduran, aunque además del oro y del mercurio hoy se conocen como seis metales, más densos que el plomo. De esos nuevos, tres, el platino, osmio e indio, son más densos aún que el oro. El osmio tiene una densidad de 13,1 onzas por pulgada cúbica 22,6 (g/cm³) y los otros dos, no mucho menos.

Un último punto: Los metales suelen fundirse más fácilmente que las más de las rocas. Estas suelen hacerlo entre 1.800 Cº y 2.000 Cº temperaturas lo bastante altas para que puedan construirse de materiales rocosos hornos y chimeneas. La tabla 4 da los puntos de fusión de los siete metales antiguos.

El hierro tiene un punto de fusión bien elevado para ser metal. Ese fue uno de los motivos de que su metalurgia les diese tanta guerra a los antiguos. Cobre, plata y oro ocupan una posición intermedia; pero fijos en el plomo y el estaño.

TABLA 4

Metal	Punto de fusión (°C)
Hierro	1.535
Cobre	1.083
Oro	1.063
Plata	961
Plomo	327
Estaño	232
Mercurio	39

Estos son fáciles de fundir en cualquier llama corriente; y una mezcla de ambos funde a temperatura aún más baja de cualquiera de ellos---a unos 183º---. Esta aleación de estaño y plomo sirve de “soldadura”. Se derrite fácilmente, se vierte entre dos piezas metálicas en contacto y se deja solidificar.

El estaño conteniendo poco plomo es el peltre. Los reyes y nababs comían en vajillas de plata y oro, con ser tan caras y difíciles de labrar, por puro consumo ostentoso. Los pobres usaban tosca arcilla y madera. El término medio era el peltre.

Era notablemente fácil obtener tubos de plomo o de estaño, y de ambos os contaré sendas anécdotas. El estaño “blanco” corriente sólo es estable a temperaturas más bien altas. Durante la

estación fría manifiesta tendencia a convertirse en un “estaño gris”, no metálico, desmenuzables. La transformación es lenta, a no ser a temperaturas muy inferiores a 0° C.

Una catedral de San Petersburgo (Rusia) instaló un órgano magnífico, con hermosos tubos de estaño. Vino un invierno muy riguroso y los tubos se desintegraron. Así fue cómo los químicos descubrieron lo del “estaño blanco y gris”; pero dudo que esa contribución al progreso científico consolase gran cosa al cabildo.

Para tubos de órgano, bien está el estaño; pero resulta demasiado caro para vulgares y plebeyas cañerías de agua. Se usa otro metal fusible, el plomo. En las partes del imperio romano en que había depósitos centrales de agua, p. ej., en la misma Roma, se empleaban cañerías de plomo. Por eso en inglés llaman “plumbers” a los fontaneros, aunque no sean de plomo las cañerías.

Ocurre (y esto no lo sabían los romanos) que los compuestos del plomo son fuerte y acumulativamente venenosos. En ciertas condiciones, ínfimas cantidades de cañería se disuelven en el agua y la hacen peligrosa por largos períodos.

Por eso algunos han sugerido recientemente que el imperio romano cayó, en parte al menos, porque en Roma los hombres del gobierno y después las clases dirigentes padecían la intoxicación crónica por el plomo llamada “plumbismo”.

Pero ni el estaño ni el plomo son los más fusibles de los siete metales antiguos. El “record” pertenecía y sigue perteneciendo hoy al mercurio –y esto nos hace retroceder un paso en el encadenamiento de cavilaciones que describí al comienzo del capítulo.

El mercurio será objeto del capítulo siguiente.