

EL PRIMER METAL NOBLE: EL ORO

Lógicamente los primeros metales que el hombre ha usado son aquellos que se encuentran nativos en la naturaleza que en principio empleó únicamente como adorno, atraído por su brillo. Estamos en pleno paleolítico y el hombre habituado a sus hachas de piedra, sus pequeños guijarros afilados de sílex, no concebía que lo que conocemos actualmente por oro y plata sirviera para algo más que para hacer colgantes, láminas que adoptaban formas diversas, aros y pulseras; no conocía la forja. Entre los 10.000 y 7.000 años antes de Cristo, lo único que hacía era martillar el oro que previamente había llegado a fundir. Por lo general el metal se encontraba en pequeñas masas irregulares, en vetas de cuarzo del que destacaba por su color amarillo, llamando la atención del hombre primitivo. Con mazas de sílex lo fragmentaba, luego en cuencos lo convertía en partículas pequeñas, que por gravimetría separaba lavándolas con agua (el oro tiene una densidad mucho mayor que la sílice), tal como se divulga a través del cine en las películas de buscadores de oro del oeste norteamericano. El polvo de oro se recogía con esponjas, se formaba una masa y se fundía. El oro puro funde a 1063°C, sin embargo cuando tiene impurezas se rebaja mucho esta temperatura. Así, un 20% de cobre, la hace descender hasta 850°C, temperatura fácilmente conseguible en aquella época. Por eso las primeras muestras arqueológicas, nos indican un oro rebajado, muy inferior al encontrado en las tumbas egipcias a partir del 1500 a.C.¹.

Los egipcios conocían el oro con el nombre de **NUB**, por su procedencia, puesto que la región desértica de donde lo extraían la denominaban Nubia².

Los hebreos y fenicios llamaron al oro **ZANAB**, derivado del verbo tzanab que significaba brillar. Así, en árabe fue **DHAHAB**, y con él entró en España, modificándose hasta **DAEB**, nombre que no prevaleció.

Actualmente es **DAHABUN**. En los escritos hebreos (Biblia y Talmud), aparece el oro con los siguientes nombres: **ZAHAV (SAHAF o SAHAB), PAZ, KETEM, HARUS, S'GOR, OPHIR Y BASER**, la mayoría se refieren al sitio de procedencia³.

En las lenguas semíticas se le conoce como **ZAQEH**, derivado de los primitivos nombres mesopotámicos. En harari, el oro significa el metal, y se denomina **BRÄT**, que deriva de la raíz **BERANA** (brillar), que en Etiopía será **BcrÄT** (que da luz), semejante al sirio **BCEAS**. Esta idea que persiste en el estado metálico, servirá para confundir los términos que identifican a metales diferentes.

¹ El trabajo del oro en el antiguo Egipto, aparece ya en los bajos relieves de las tumbas de Saqqara, en el año 2400 a.C. En ellos se distingue a los artesanos avivando el fuego, para conseguir una mayor temperatura, con sopletes de arcilla. Sólo a partir del 1500 a.C. surgen los grabados en tumbas de Tebas, en las que emplean fuelles de pie para el mismo fin.

² El nombre de Nubia, significa país del oro. En muchas leyendas primitivas existe un país del oro que es buscado por todos los héroes, sin embargo en este caso, era una realidad, pues suministraba anualmente al imperio egipcio, 300kg de oro. Todavía existen mapas antiguos, que indican yacimientos auríferos del próximo oriente. Es muy conocido el pasaje bíblico de la reina de Saba, país situado al sur de la península arábrica; en él estaba el yacimiento de Sabaei.

³ En la Biblia aparecen varios tipos de oros: el oro pulido (zahav shahut), oro bueno (zahav tov), oro puro (zahav tahor), oro refinado (zahav m'zuqqaq) y el oro cautivo (zahav sagur). Igualmente con el término ketem, aparece el ketem tahor, ketem ophir, ketem tov, y ketem uphaz. En el Talmud aparece como Muphaz (oro normal), Shahut era el oro capaz de ser estirado, y Parvayim (oro de ese lugar). Al oro caliente que preparaban para hacer aleaciones lo denominaban siwan. En la epístola Me-Zahab, de Benjamin Mussafia, médico del rey Cristian IV de Dinamarca y publicada por primera vez en Hamburgo en 1638, en la que resume todos los tratamientos del oro bíblicos se hace referencia al oro potable (me-zahav), oro purificado (zahab zucaac), oro quemado (zahab saruff), oro limpio (zahab tahor), oro vegetal (zahab parvaim), oro fuerte (zahab muphaz), oro estirado (zahab sachut).

El castellano **ORO** procede del latín **AURUM**, el cual a su vez lo había tomado, no directamente del griego o de una lengua mediterránea sino de otra variante del indoeuropeo. Antiguamente los sabinos llamaban al oro **AUSON** o **AUSUM** derivado de **AUSEL**, la aurora, formada por las palabras **AUSOS** (salir) y **SAUEL** (sol), y precisamente la aurora en sánscrito e indoiranio era **USAH**, emparentada con el amarillo que también en sánscrito era **HARI**; el avéstico **ZARI** (oro), aunque no lo parezca, contienen la misma raíz que el **AURUM**. En lituano, aurora es **AUSRA**, y el sol, **AUKSAS**. Pero todavía podemos considerar otras muchas variantes del indoeuropeo, por ejemplo en viejo prusiano, el oro era **AUSIS** y en galés **AUR**. En todos ellos existe la misma raíz: **AUS** o **AUR**, y siempre se intenta nombrar al oro como algo que resplandece como el sol naciente. El sabino lo toma del indoeuropeo y los latinos de aquél. Así, el **ORO** español e italiano, **OURO** portugués, **OR** francés e irlandés, **AUR** rumano y **AOUR** británico, derivan a través del latín, del indoeuropeo. En euskera es **URRE**, vinculado al caldeo **URRU**, luz del día y por lo tanto con el mismo sentido que el castellano **ORO**, mientras que en las lenguas caucásicas (georgiano) es **OKRO**.

Curiosamente, el concepto de aurora, que por su color amarillo rojizo generará el del oro, está directamente relacionado con el sánscrito **USAS**, el griego **ΕΩΣ** (Ἔως) y el latín, **AURORA** (tal como el español). No debe parecer extraño por lo tanto, que el oro también lo esté. En el mismo sentido, en hebreo y fenicio es **HARUS**, y en acadio (antiguo asirio), **HURASU** (leído jurasu), relacionado con el avéstico **ZARANYA** y con el sánscrito **HARY**, con múltiples variantes a través de **HIRANYA**⁴, y el persa **DARANYA**. Estos son términos compuestos; el sufijo **ANYA**, del que derivará el **AYAS** que dará el **AES** latino, tiene el significado de metal; metal por excelencia, mientras que el prefijo indicará el color amarillo.

En griego, el oro era χρυσός, leído jrisós o krisós, derivado del micénico **KURUSO**, y éste a su vez del acadio y asirio **HUR}SU**. La transcripción actual es **CHRYSOS**. Todos ellos parten de la idea del color rojo amarillo característico de la aurora. La unión entre el **AUSAS** y el **AUSKAS** lituano (aurora), que dará a través de **AUSEL** y **AUSUM**, el **AURUM** latino, y el **USAH** (avéstico) y **USAS** (sánscrito), se efectúa a través del **WĀS** y **WES** tocario (oro), que suena como aus, con la idea de metal amarillo. La conexión LUZ - SOL- ROJO- ORO, se puede apreciar ya en las lenguas más primitivas.

En armenio sol es **AREV**; en sánscrito, **ARUNA** y **ARUSA**, rojizo, mientras que en avéstico **AURUSA** es blanco, en el sentido de luminoso

En sánscrito se aplica también el término de **JATARUPA**, pero partiendo de una idea distinta, con el significado de "belleza natural".

¿De dónde procede el **GOLD** inglés y el **GELP** alemán? Sencillamente a través del mismo concepto de amarillo tal como hemos visto: el tocario **WĀS / WES**, el sánscrito **JVAL**, que daría a través de **GHEL** (también amarillo en sánscrito)⁵, **GUAL** y **GUL**, el término **GULP**, que extendieron los godos. Dicha acepción es la que, pasando por el anglosajón **GEOLO**, el viejo noruego **GULL**, dará el **GELP** alemán, el **GOLD** inglés, el **GOUD** holandés y el **GULD** danés o sueco, que se incluirá en el primer símbolo del elemento químico propuesto por Dalton: un círculo que enmarcaba una G.

⁴ Así aparece en la India en el período védico, entre el 5000 y el 3200 a.C. En la época postvédica, llegaron a tener cinco nombres diferentes para el oro según las tonalidades de su sombra, así era JAMBUNADA, azulado; SHRUNGASHUKTI, plateado; SHATAKUMBHA, color manzana; HATAKA y VAINABLE.

⁵ El *GHEL indoeuropeo dará el yellow (amarillo) inglés, tal como el color "del oro", que originará el anómalo significado de gualdo, aplicado al amarillo de la bandera española.

Debemos tener en cuenta que aunque las transcripciones no se parezcan en las diferentes lenguas, los sonidos emitidos pueden ser idénticos, dado que la propagación de las acepciones de todos los metales se hizo a través del lenguaje hablado, y muchas veces el sonido se va a deformar por dificultades de pronunciación de determinados pueblos que lo transmitirán a su vez transformado.

Las lenguas eslavas tienen otra forma de denominar este metal, así en letón es **ZELTS**, en checoslovaco, serbocroata y polaco; **ZLATO** y en ruso; **ZOLOTO**

A partir de las transformaciones establecidas y con un origen común, el indoeuropeo, tenemos al oro instalado lingüísticamente en Europa. La propagación del indoiranio hacia el sur y hacia el oeste, dará lugar a otras modificaciones que se extendieron fuera de Europa. Recordemos que en indoiranio, la aurora era **USAH** y los vedas la llamaban **USAR-BHUT** y **USRAT**.

Pues bien, en el siglo XI, aparecieron transcripciones que permiten determinar que los tártaros llamaban al oro **ALTUM**⁶. En turco osmanlí era **ALTYIN** y en bereber **ALDUM**. Es precisamente a través de estas modificaciones de donde surgirá el nombre español de **LATÓN**, derivado desde el árabe al latín **LATUM**, como algo parecido al oro.

Sin embargo el oro va a dejar una herencia fundamental: el carácter metálico, a través de su aspecto. De tal manera se va a imponer, que los chinos en los ideogramas que representan a todos los metales, hacen aparecer el del oro, que llaman **CHIN** (actualmente se transcribe como **TçIN**, mientras que en japonés lo hace como **KIN** y **JIN**). La filosofía china creía que el oro era el metal por excelencia, y que todos los metales incluido el bronce, se convertirían en el seno de la tierra en oro. Este hecho se representa perfectamente en el ideograma del oro y de los metales: dos trazos en ángulo, con el vértice hacia arriba, significando un monte. Debajo, una planta (un tallo con tres hojas) que sale del suelo (la tierra), en cuyo interior aparecen pequeños trazos que simbolizan las piedras o minerales. También el planeta Venus se representa así, al recibir el nombre de "estrella de oro" (**JIN XING**), por su especial brillo.

Las ideas chinas serán el fundamento de la alquimia oriental y después occidental⁷, como se verá en el desarrollo alquímico de capítulos posteriores. En China, el oro producía la inmortalidad y estaba en la base del taoísmo, hasta tal punto que si se comía y bebía en vajillas de oro se prolongaba la vida⁸. No es de extrañar por lo tanto que se intentase producir oro por cualquier método, surgiendo los procedimientos alquímicos, que alcanzaron tal desarrollo que el emperador tuvo que prohibir ya en el año 14 a.C. a través de un decreto, la obtención de este oro, con castigo de ejecución pública para los sorprendidos en flagrante delito⁹. Curiosamente desde que en 1890, Koch descubrió que el AuCN inhibía el crecimiento del bacilo de la tuberculosis, se emplean compuestos de oro hasta nuestros días como agentes terapéuticos y antitumorales, en multitud de enfermedades como la artritis reumática, asma bronquial, malaria e incluso contra el virus de inmunodeficiencia.

⁶En el manuscrito de Mánchester se determina claramente que el ALATON, que aparece en los tratados alquimistas judíos, hace referencia al bronce.

⁷ Está atestiguado en el HUIAI-NAN-TZU, del 122 a.C. Según Homer H. Dubs en "The Beginning of Alchemy", cree que el origen de la alquimia hay que buscarlo en el siglo IV antes de Cristo, ya que sólo podía nacer en una civilización donde no abundara el oro, porque su filosofía era buscarlo. En cambio en las civilizaciones de origen mesopotámico, egipcio o griego, el oro era muy conocido al igual que sus tratamientos.

⁸El empleo de compuestos de oro como prolongador de la vida, está datado en China, desde el 2500 a.C.

⁹La obtención de oro a partir de otra sustancia, todavía persistía en el siglo XX, pues en 1924, aparece una publicación de A.Miethe desde el Charlottenburg Technical College de Berlín, en la cual lo conseguía a partir de mercurio. Y en el año siguiente otra de H.Nagaoka desde Tokio con la obtención de 0,082mg de Au a partir de 1,52 kg de mercurio.

Orígenes químicos del nombre del oro

¿Por qué el oro tiene ese brillo y color característico que tan poderosamente llamó la atención de nuestros hombres primitivos?

El brillo es una característica de todos los metales, inherente a la teoría del enlace metálico. En los metales todos los electrones de valencia son equivalentes entre sí e intercambiables de posición, sin embargo debido a las restricciones cuánticas, no pueden poseer la misma energía, produciéndose niveles energéticos, que dan lugar a un continuo, denominado banda. En el cero absoluto de temperatura, esta banda continua está ocupada hasta una energía conocida como nivel de Fermi, que la limita, y se denomina banda de valencia. Por encima de ella, todos los estados están vacíos; cualquier aporte de energía situará a los electrones en una banda vacía de mayor energía. Puesto que los metales poseen un continuo de estados excitados, cabría esperar que absorbieran radiaciones de cualquier longitud de onda y en consecuencia fueran negros, pero es evidente que no es así, de forma que cuando un electrón de un metal absorbe un fotón, lo remite inmediatamente sin modificar su energía retornando al estado original. Como esta radiación se emite muy rápidamente la superficie metálica se comporta como reflectante, y no como absorbente; de ahí su brillo. Así, un metal suave y pulido presenta una buena superficie reflectante, mientras que un polvillo metálico finamente dividido aparecerá negro.

Ya hemos dicho que el oro se encuentra fundamentalmente nativo por su incapacidad de combinarse con azufre y el oxígeno, dado su elevado potencial de reducción. Su red es cúbica centrada en las caras¹⁰ lo cual hace que al ser todos los átomos o iones metálicos iguales, presenten múltiples planos de deslizamiento que le proporcionan su extraordinaria maleabilidad y ductilidad¹¹. Al mismo tiempo su densidad es muy grande, debido a la contracción de sus orbitales externos por los motivos que se explicarán, y al elevado número de iones dentro de cada celda unidad¹². Su carga nuclear efectiva es grande y su radio, al heredar la contracción lantánida, menor de lo normal para un elemento del sexto periodo. Todo ello hace que le sea difícil perder electrones, pues los $6s^2$, son excepcionalmente estables (teoría del par $6s^2$ inerte propuesta por Sidgwich en 1933), y por lo tanto disminuye su capacidad combinativa.

El átomo de oro que tiene una estructura electrónica $4f^{14} 5d^{10} 6s^1$, presenta una electroafinidad excepcionalmente alta de -223 kJ/mol , como si fuera un elemento muy electronegativo, mayor que la del azufre y comparable a la del yodo, de su mismo período. La culpa de todo ello no es realmente ni de la contracción lantánida, ni de la estabilidad de los electrones s en el nivel 6, sino de aplicar la teoría especial de la relatividad de Einstein. Evidentemente según esta teoría, la masa de un cuerpo depende de su velocidad, y así como el electrón del hidrógeno en una órbita con un radio aproximado de $0,53 \text{ \AA}$, posee una velocidad $c/137$, y por lo tanto tiene una masa que sólo es $1,000003$ su masa en reposo, al

¹⁰ La primera referencia a la red cúbica centrada en las caras y al número de átomos que contenía, y por lo tanto en función del empaquetamiento, base para el cálculo de las densidades, la hizo el matemático y astrónomo inglés Thomas Harriot, a quien, habiéndose marchado a Virginia en 1585, se le atribuyó la propagación de la patata y el tabaco en Europa, siendo el primer europeo en morir de cáncer de pulmón, según atestigua R.Taton en "The Beginnings of Modern Science". Sin embargo fue posterior a J.Nicot, que con su nombre lo atestiguaría, el cual siendo embajador en Lisboa en 1550, lo llevó a Francia, ofreciéndolo a la reina Catalina de Médici, que se aficionó a él propagándolo por Europa con el nombre de "planta de la reina".

¹¹ Es el metal que se puede reducir a láminas más finas de $0,009$ micras de espesor, por eso fue empleada por Rutherford para su experimento de dispersión de partículas alfa, que determinó la existencia de los núcleos atómicos. Los hilos de oro que demuestran su ductilidad, llegan a tener $0,002$ micras de espesor.

¹² En la red cúbica centrada en las caras (CCC), existen un ión en el centro de cada cara, y en los vértices del cubo. Por lo tanto dentro de la celdilla van a permanecer 3 iones debidos a su situación en las caras (por cada ión, medio estaría dentro), y uno por su posición en los vértices (por cada ión $1/8$ estaría dentro del cubo). Como se conoce la masa de cada ión, así como el lado del cubo, ya que su diagonal en el máximo empaquetamiento, implica una distancia 4 veces el radio del ión, se podría calcular geoméricamente la masa por unidad de volumen, esto es, su densidad que en el caso del oro es de $19,3 \text{ g/cm}^3$.

aumentar la carga nuclear, aumenta su velocidad y por lo tanto la masa de los electrones llega a ser en el oro 1,2 de su masa en reposo. Este hecho produce una contracción de los orbitales 1s interiores, que ha sido calculada aproximadamente en un 16% del valor sin esta consideración. Por eso la energía de estabilización del electrón $6s^1$, es $2,8eV$ ($270kJ/mol$), de los cuales un 66% se deben a los efectos relativistas, mientras que un 33% serían producidos por la contracción lantánida.

Por otra parte mientras se contraen los s y los p, tienden a expandirse radialmente los f y los d, lo cual va a producir una diferencia energética entre los 5d y los 6s, no excesivamente grande, que hace que el oro absorba en la frecuencia de la luz azul, excitando los electrones 5d hasta el nivel 6s. Esta absorción en el azul, implica una emisión en su complementario que es el amarillo. Por eso el oro es amarillo, color que se asemeja al del sol al nacer, y por dicha razón se llama AURUM, ORO o GOLD.

La tonalidad amarillo rojiza de la aurora, se debe a un efecto de dispersión o de esparcimiento de los fotones al atravesar con un pequeño ángulo la atmósfera. Lord Rayleigh demostró que la intensidad de la luz difundida era inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda, así las colisiones de los fotones con las moléculas de nitrógeno y oxígeno de la atmósfera, produce una emisión en azul ya que esta frecuencia era dispersada cuatro veces más que la roja, y por eso el cielo aparece azul. Sin embargo, la luz solar se ve privada así de esta componente, y en consecuencia aparecerá una tonalidad rojiza, especialmente al amanecer y al anochecer, cuando dicha luz atraviesa un mayor espesor de atmósfera.

Curiosamente el hecho de la gran electroafinidad del oro, hace que puedan existir moléculas de Au_2 , en fase gaseosa más estables que las de I_2 (g), pues mientras que en las primeras la energía de disociación es $221kJ/mol$, en las de yodo es $151kJ/mol$.

La simbología del oro es una de las más antiguas. Ya hemos hablado del propuesto por Dalton, a principios del siglo XIX, el círculo con la G, de Gold. También hemos mencionado los jeroglíficos egipcios, con la concavidad apoyada en curvas, sobre la que convergen rayos, que podía representar el brillo del oro. Sin embargo dado que los egipcios no solían representar el brillo de sus joyas, por eso, el profesor de Blas, sugiere que pudiera tratarse de un paño en forma de cavidad sobre el que se está lavando el oro con chorros de agua representados así por los radios que convergen en el tamiz. Más tarde también se representaría en las últimas dinastías por un collar de cuentas pendientes, simbolismo que también surge en otras culturas de Oriente Medio.

En los pictogramas asirios y babilonios, comenzó a relacionarse los astros conocidos y más brillantes, con los metales más brillantes, a través del culto al sol¹³, que se representaba por el oro. No es de extrañar que en las lenguas antiguas africanas como en harari o en semita, al sol se le nombre como **AYR**, **ER** e **IR**. Por eso la alquimia griega y egipcia, lo tomó como símbolo, y así aparecerá como un círculo con un punto en el centro¹⁴. En otras versiones será un círculo con dos rayos tangentes concurrentes en un punto. A partir de éste, completándolo con diferentes rasgos se obtendrán diferentes significados de compuestos de oro, así por ejemplo, los hilos de ese metal, serían tres pequeños segmentos iguales sobre un rayo convergente del símbolo anterior. Newton en 1660, y en una faceta poco conocida de su actividad, resumió en una enciclopedia los símbolos alquímicos conocidos dando tres para el oro: el conocido círculo, tres pequeños círculos en ángulo agudo unidos por segmentos, y el triángulo equilátero con vértice hacia abajo y pequeñas cruces en los vértices. Los símbolos alquímicos del oro han sido muy numerosos; Sommerhoff, en su *Léxikon Pharmaceuticochymicum Latino Germanicum*, publicado en 1701, aporta nada menos que 37.

¹³ El culto al sol tan extendido también en los primeros pueblos americanos, hacen que por ejemplo, en la cultura incaica, se denominara el oro como SUDOR DEL SOL.

¹⁴ Posteriormente en la época de Dalton, heredaría este símbolo el oxígeno.

