

á la vez 5000 quintales de mineral que darian, si su composicion fuera como la pirita de Marmato, de 1 á 13 quintales de oro.

Un molino de trigo seria suficiente para moler el óxido de fierro que proviene de la calcinacion de la pirita. En las oficinas de amalgamacion un molino de esta especie muele cada dia 24 quintales de mineral calcinado, y no hay motivo para creer que no hiciera otro tanto con la misma cantidad de pirita calcinada. El óxido de fierro, así molido, se podria lavar en tres ó cuatro albercas colocadas en forma de anfiteatro, y para limpiar el oro de las materias extrañas, con las cuales aparece mezclado al fin de esta operacion, se haria uso de la batea, ó se emplearia el azogue.

Tales son los medios generales que me parece deben emplearse para extraer el oro de la pirita, que, por lo que hace á los detalles de ejecucion, fácil será imaginarlos á los que se ocupan del laboreo de las minas.

El método de la calcinacion es tambien conveniente para extraer el oro de la blenda y del sulfuro de antimonio. La blenda exige para calcinarse de una temperatura mas elevada que la pirita, pero el producto de la calcinacion se lava no ménos bien. El sulfuro de antimonio presenta todavia ménos dificultad que la pirita porque se calcina á un calor moderado, y el óxido gris que resulta de esta operacion es arrebatado al punto por el agua. El sulfuro de antimonio pierde de su peso algunas veces por la calcinacion hasta 47 por ciento, pérdida que depende de la volatilizacion de una parte del sulfuro. Un mineral compuesto en grande parte de sulfuro de antimonio, que me trajeron de las inmediaciones de Pamplona, dió por el ensayo de la calcinacion los resultados siguientes :

|  |          |
|--|----------|
| 1000 granos calcinados. . . . .          | 1000     |
| Produjeron en mineral calcinado. . . . . | 528      |
| La pérdida pues fué de. . . . .          | 472 0,47 |

El óxido de antimonio molido dejó despues de lavado 1,3 granos de oro en polvo. Así es de esperarse que el método de la calcinacion pueda aplicarse á todos los sulfuros auríferos. Por lo que hace á las ventajas que él ofrece comparado con los de la fundicion y amalgamacion, no es difícil apreciarlo, pues que

este sistema no consiste en otra cosa que en la aplicacion de un método conocido, y generalmente practicado en un caso particular<sup>1</sup>.

Mariquita, julio de 1826<sup>2</sup>.

---

## MEMORIA

*Relativa á la accion del gas ácido hidroclórico á una alta temperatura sobre la plata : observacion sobre el apartado seco.*

Los químicos daban en otro tiempo el nombre de apartado seco á la operacion que ejecutaban para separar completamente el oro de los otros metales que se encuentran aleados con el, la cual consistia en una cementacion prolongada. Este método es muy antiguo, y no comenzó á sustituirse el apartado por el agua fuerte, hasta el año de 1350; aunque el precio subido de los ácidos no permitió que este sistema saliese de los laboratorios de los ensayadores, continuando á usarse todavia por algun tiempo para purificar el oro de un cemento de arcilla y de sal, ó empleando con este mismo objeto la sulfuracion con el auxilio del antimonio ó el sublimado corrosivo. Mas los rápidos progresos de las artes y de la química no tardaron en introducir en todas partes el apartado por la via húmeda como consecuencia del bajo precio de los ácidos. Nadie ignora hoy á qué grado de perfeccion ha llegado la afinacion de las materias de oro y plata en Francia, y todos saben que, en el dia, no hay pais alguno de Europa en que no esté enteramente abandonado el antiguo sistema. No sucede así en América, en donde las artes europeas que se transmitieron á la época del descubrimiento han permanecido tan estacionarias, que no hace muchos años he visto emplear los mismos métodos que

<sup>1</sup> Desde ántes del descubrimiento de la América ya usaban los indígenas calcinar los minerales al aire libre, ántes de fundirlos para extraer los metales preciosos. Véase al padre José de Acosta, *Historia natural de Indias*. (El Traductor.)

se usaban en Europa en la edad media. Así, en establecimientos de la mayor importancia, como son las casas de moneda de la Nueva Granada, la separacion de la plata que contiene el oro de las minas se verifica todavía por medio del apartado seco, y al entrar en ellas me hallé de repente trasladado como por encanto en medio de la metalurgia del siglo XVI, en presencia de aquellos hornos complicados que traían á mi mente la filosofía hermética, y hablando con personas que usaban el lenguaje científico de aquella época, y me parecía ver los químicos de las edades pasadas que acababan de despertarse despues de tres siglos de sueño profundo <sup>1</sup>.

En la casa de moneda de Bogotá, se ejecuta el apartado seco ó la cementacion cada vez que es preciso separar la plata, que se encuentra frecuentemente ligada con el oro en proporciones considerables, con el fin de reducir la liga á la ley que se requiere en la moneda de oro.

El oro argentífero en granalla se somete á la cementacion en ollas fabricadas de losa ordinaria y porosa. El cemento se compone de dos partes de ladrillo y una de sal. Cada olla puede contener de diez á quince libras de oro, que están aisladas y separadas por una pulgada de grueso de cemento. El horno en que se verifica la cementacion es un cilindro vacío de cuatro piés y medio de diámetro y nueve de altura. A la distancia de tres piés de la tierra hay una reja que recibe los crisoles de cementar. Cerca del suelo está la entrada que sirve para el combustible. Este horno no tiene ni cenicero ni reja para el fuego, ni chimenea, y las ollas ó marmitas se introducen por lo alto. La cementacion dura de veinticuatro á treinta y seis horas segun la cantidad de plata que se quiera extraer, y las ollas se mantienen en todo este tiempo á la temperatura roja color de cereza.

Terminada la operacion y desatado en agua el cemento, se lava para separar el oro en granalla. En este estado el oro adquiere veintiuno á veintidos quilates, y se funde en barras que deben tirarse en láminas para la fabricacion de la moneda.

Despues de haber reducido á pasta fina el cemento que queda,

<sup>1</sup> Ya hoy se han reformado los métodos que M. Boussingault vió en 1825, y existe un aparato moderno en la casa de moneda de Bogotá. (El Traductor.)

se mezcla con una décima parte de su peso de sal comun, y se incorpora con el mercurio en proporcion diez veces mayor que la plata que existe en él. La amalgamacion se efectua en grandes artesas á la temperatura de catorce á diez y ocho grados, y esta operacion dura de cuatro á cinco dias.

El cloruro de plata que contiene el cemento se reduce por el mercurio; bajo la influencia de la sal la plata metálica se amalgama, y el cloruro de mercurio sale con los barros. El amalgama así obtenido es siempre muy seco á causa de la grande cantidad de cloruro de mercurio que queda interpuesta, y la plata que resulta de esta operacion es casi pura; solo contiene algunos milésimos de oro.

En el acto de la cementacion la plata se trasforma en cloruro por la accion del arcilla y de la sal secas. En el estado actual de nuestros conocimientos no es posible dar una explicacion satisfactoria de las acciones químicas que realizan esta trasformacion. Mas como este método servia para extraer la plata de la granalla gruesa de oro argentífero, me pareció que podria igualmente aplicarse para extraer la del oro en polvo de Marmato, que se saca de las piritas y que contiene ordinariamente 0,26, es decir algo mas de una cuarta parte de su peso de plata. Hice fabricar para ello un horno, modificando el antiguo con el fin de ahorrar combustible, y, en lugar de los frágiles vasos en que se colocaba el cemento y el oro mezclados, puse buenos crisoles de Cornwallis para precaver el riesgo de las quebraduras y pérdidas consiguientes, y de esta suerte di fuego al horno y á su bóveda por treinta horas, sin haber obtenido resultado alguno. Repetí la operacion haciendo durar el fuego por setenta y dos horas sin mejor éxito. De modo que, á pesar de mis crisoles, me vi obligado, con particular complacencia de los operarios del pais, á recurrir al antiguo método.

No habia otro medio de explicar tan extraordinario resultado, sino suponiendo que el acceso del aire era indispensable en la cementacion, porque, de otro modo, no podia creerse que vasos de tierra mal cocidos y porosos hacian ventaja á crisoles de buena calidad y casi impermeables. Para saberlo de cierto hice la experiencia siguiente.

Tomé dos planchas iguales de plata con 24,6 granos de peso

cada una. Coloqué la primera en un vaso pequeño de porcelana en el centro de un cemento hecho de ladrillo molido y de sal; este vaso fué embutido en el carbon de un crisol y cubierto tambien de carbon en polvo fuertemente comprimido, de modo que no se omitió ninguna precaucion para poner el metal al abrigo del contacto del aire. La segunda plancha fué colocada por el contrario en una copela porosa con cemento y en un hornillo de ensayo, de modo que se facilitase el acceso del aire. Despues de siete horas de fuego el peso de la primera plancha no disminuyó sino en 0, 3, mientras que la segunda habia perdido quince granos de su peso, quedando reducida á 9, 50 granos, mientras que el de la primera era de 24, 3. La superficie de la plancha colocada en la copela apareció corroida fuertemente, y el cemento que la rodeaba impregnado de cloruro de plata. Siendo pues evidente la accion del aire, me quedaba sin embargo por averiguar cómo es que el aire influye en la trasformacion de la plata en cloruro. Para ello examiné en primer lugar si la sal comun por sí sola podia atacar la plata á la temperatura roja, y reconocí que una lámina de este metal, cubierta de sal y puesta en una copela, á la temperatura roja, por tres horas no se alteraba en nada. En esta experiencia, se me proporcionó observar con qué rapidez se aumenta la volatilidad del cloruro de sodio, cuando es favorecida por una corriente de aire muy caliente. Luego que se colocaba la sal en la copela comenzaba á exhalar vapores abundantes, y en breve se disipaba totalmente. Asi pues la presencia de una tierra es necesaria para que la sal comun convierta la plata en cloruro, y como la arcilla que entra en la composicion del cemento contiene silica y alumina, me pareció que debia averiguar, separadamente, la accion de estas dos tierras.

En dos copelas diferentes puse dos láminas de plata de peso cada una de 6 granos 5; en la una el cimientto era de silica y sal, y de sal y alumina en la otra. Mantuve el horno por cuatro horas á una temperatura superior al rojo color de cereza, y observé luego lo que paso á exponer. La plata que coloqué con el cimientto aluminoso desapareció enteramente. En este cimientto, que estaba algo aglutinado luego que se enfrió, se descubria una estructura cristalina y sin sabor salado. Al salir

del horno, pareció muy blanco, pero luego que le dió la luz del sol tomó un color morado subido. La lámina de plata que se calentó en el cimientto de silica no habia desaparecido, y pesaba todavía despues de la operacion cuatro granos; en toda su superficie se descubria la estructura cristalina, y en algunos puntos un barniz de color verde oliva pegado al metal. Las porciones de cimientto que habian estado en contacto con la lámina tenian un color oscuro subido. Este cimientto no tenia sabor salado alguno y parecia completamente vitrificado. Sin duda el mal éxito de la cementacion depende de esta vitrificacion de la mezcla de la sal y silica. Sábese que á la mas alta temperatura la silica no tiene accion alguna sobre la sal comun, siempre que las materias esten perfectamente secas, pero, segun las curiosas experiencias de los señores Gay-Lussac y Thenard, el vapor de agua determina al instante una de las reacciones mas enérgicas, con desprendimiento de gas ácido hidroclórico y formacion de silicato de sosa. En las experiencias que acabo de describir ha habido sin duda alguna intervencion del vapor de agua, como lo manifiesta la vitrificacion del cloruro de sodio por la silica. Y, efectivamente, el aire, atravesando el hornillo de copela, ha debido arrastrar una cantidad suficiente de vapor de agua para determinar la reaccion. En la cementacion en grande como se ejecuta en Bogotá, la combustion de un cuerpo tan hidrogenado como el carbon de madera exhala suficientes vapores acuosos para envolver constantemente las materias sujetas á la cementacion. Sin embargo, para adquirir la certidumbre completa de que el agente que favorece la cementacion es realmente el vapor de agua que la atmósfera encierra, ó el que se forma por la combustion, hice pasar una corriente continua de aire bien seco por un tubo de porcelana que contenia en cimientto una lámina de plata, la cual, como debe suponerse, no manifestó la menor alteracion.

Quedaba sin embargo todavía una dificultad en pié, y es la siguiente. Si, como parece seguro, ya el vapor de agua es el que determina en el acto de la cementacion la accion de las tierras sobre la sal comun, debe haber indispensablemente produccion de gas ácido hidroclórico, y como por otra parte hemos visto que la plata se trasforma en cloruro, debemos suponer que el

gas ácido hidroclórico se descompone con el auxilio del calor á una temperatura roja, cosa que hasta aquí no se ha admitido, y que por consiguiente debia averiguarse.

Para ello introduje en un tubo de porcelana colocado en el horno una lámina de plata en forma de espiral. Por una de las extremidades del tubo fluia una corriente de ácido hidroclórico que se desecaba pasando por el cloruro de calcio; de la otra extremidad salia un tubo adaptado debajo de una campana llena de agua. Luego que la plata llegó á la temperatura roja, comenzó á desprenderse gas hidrógeno, mas poco despues cesó la accion, el gas ácido hidroclórico continuó pasando sin descomponerse, y el agua de la campana adquirió toda en breve las propiedades ácidas. Examinando la lámina de plata, hallé que estaba revestida en su superficie de un barniz de cloruro de plata que probablemente habia impedido la accion del metal sobre el ácido. Para allanar este inconveniente, puse alumina al rededor de la lámina de plata para absorber el cloruro argéntifero que se forma en la operacion. El resultado fué favorable, y recogí bastante hidrógeno, prueba clara de la descomposicion del gas ácido hidroclórico; sin embargo la mayor parte de este ácido pasaba sin descomponerse, y el agua de la campana en que se disolvia aparecia fuertemente ácida; el desprendimiento del hidrógeno cesó gradualmente. Examinando luego los resultados, se advirtió que la plata estaba corroida, pero se hallaba todavía cubierta de una corteza de cloruro que habia impedido la descomposicion ulterior del ácido, y se vió que el cloruro formado penetró muy poco en la alumina. Repetí entónces la experiencia mezclando con sal la alumina; entónces la operacion caminó sin detenerse, el gas hidrógeno se desprendia siempre despacio, pero la mayor parte del ácido pasó sin descomponerse como en las experiencias precedentes. El efecto de la sal mezclada consistió en favorecer la difusion del cloruro de plata en la alumina, y es probable que este resultado depende de la tendencia que tienen estos dos cloruros á combinarse entre si y formar un cloruro doble que tiene un sabor salado sin gusto metálico, que el agua descompone y que adquiere un color morado con la luz del sol; frio, es vitroso trasparente, y de un calor opalino, y se solidifica á la temperatura roja oscura.

Quise luego hacer otra experiencia para certificarme de la accion del ácido hidroclórico sobre la plata. Puse en una copela una lámina muy delgada de este metal, con peso de 13 granos 3 por el espacio de una hora á la temperatura mas elevada del horno. Dirigi sobre ella una corriente de gas ácido hidroclórico, y observé que no cesó de exhalarse un lijero vapor blanco. Despues de la operacion la lámina no pesó sino 9 granos 5, y su superficie, que no ofrecia ni el mas leve indicio de cloruro, era de un hermoso color blanco mate, de donde se deduce que, á medida que se formaba el cloruro, lo arrastraba la corriente de gas ácido que atravesaba constantemente el horno.

Como la plata tiene la propiedad de combinarse con el oxígeno á temperatura elevada, podria quiza presumirse que en la cementacion el contacto del aire favorecia la accion del ácido, pero una experiencia comparativa hecha sobre dos piezas de plata exactamente iguales me hizo ver que el oxígeno del aire no aumenta de un modo sensible la accion del ácido hidroclórico sobre la plata. La descomposicion de este ácido por el metal es pues un hecho análogo á la descomposicion del agua por el fierro. La plata fija el cloro del gas ácido hidroclórico como el fierro se une al oxígeno del vapor de agua, y en ambos casos el hidrógeno queda libre. Sin embargo, á la misma temperatura en que estos metales realizan las descomposiciones que acabamos de mencionar, el gas hidrógeno tiene la propiedad de reducir á metal el cloruro de plata y el óxido de fierro, produciendo respectivamente ácido hidroclórico y agua.

Cuando se sujeta la plata al tránsito de una corriente sostenida de gas ácido hidroclórico, el hidrógeno que se desprende queda envuelto en una cantidad demasiado grande de gas ácido hidroclórico para poder obrar sobre el cloruro que se forma, y es ademas arrastrado rápidamente fuera del aparato por la corriente continua de ácido. Miétras que cuando se reduce el cloruro de plata por el gas hidrógeno sucede lo contrario, el gas ácido hidroclórico que se forma no puede obrar sobre la plata que se reduce, porque se encuentra envuelto y arrebatado por la gran cantidad de hidrógeno. Asi es que para atacar la plata con el ácido hidroclórico se necesita emplear un exceso de este ácido si se quiere trasformarla en cloruro, y por la

misma razon, para reducir el cloruro de plata es preciso hacer uso de una cantidad de hidrógeno mucho mas grande que la que seria suficiente para hacer pasar el cloro al estado de ácido hidroclórico. Una vez demostrado que la plata descompone el ácido hidroclórico, los fenómenos que acompañan la operacion del apartado en seco se explican fácilmente. La arcilla del cimiento, con el auxilio del vapor de agua, descompone la sal, de donde resulta ácido hidroclórico que ataca la plata trasformándola en cloruro. Este se combina probablemente con la sal, y forma un doble cloruro que penetra la masa del cimiento dejando limpia la superficie de la plata, circunstancia que permite al ácido que no cesa de formarse que ataque de nuevo al metal para trasformarlo en cloruro <sup>1</sup>.

---

MEMORIA

*Sobre la leche venenosa del Hura crepitans (Ajuapar).*

Hay en los valles calientes que rodean la esplanada de Bogotá un árbol lechoso llamado *Ajuapar*. Las emanaciones de la leche que produce cuando es reciente bastan para causar enfermedades al individuo que las recibe. En Guaduas y otros lugares lo usan para pescar envenenando con él los rios y estanques, y este hecho es suficiente indicio de sus perniciosas calidades.

Segun las noticias que nos comunicó el doctor J. Maria Céspedes, profesor de botánica, el ajuapar es el *ura crepitans* de Lineo, hermoso árbol cuyo fruto es usado para fabricar salvaderas de oficina, y así es que en las colonias Franceses le dan el nombre de *Arenillero*.

<sup>1</sup> El estado imperfecto de nuestros aparatos sirvió á lo ménos para que M. Boussingault hiciera este descubrimiento; y las experiencias necesarias para verificar esta observacion se hicieron en la casa de moneda de Bogotá. Me ha parecido importante traducir literalmente esta memoria como las demas, aunque carece de interes local, á fin de que se advierta que para un buen observador hasta los chascos dan motivo á descubrimientos. El método empírico que se seguia en Bogotá quedó así explicado científicamente, y un hecho nuevo fué añadido á la química. (*El Traductor.*)

Nuestro amigo el doctor Roulin nos envió de Guaduas el jugo del ajuapar que ha servido para nuestras experiencias <sup>1</sup>. Esta leche vegetal seria enteramente semejante á la leche de vaca si no fuera algo amarilla. Carece de olor; su sabor es apenas sensible al principio, mas luego causa una irritacion en la garganta; enrojece la tintura de tornasol; el alcohol y los ácidos producen un depósito viscoso y blanco, y el líquido que sobrenada es trasparente y de color de ámbar.

Evaporamos un litro de leche de ajuapar hasta la consistencia de extracto. Debemos advertir aquí que á uno de nosotros que se ocupó especialmente de hacer esta operacion se le hinchó la cara, se le ulceraron los ojos, y aun le supuraron las orejas en la parte exterior. El achaque duró muchos dias, y no cedió sino á los baños reiterados de leche de mujer. Este accidente prueba hasta la evidencia que el principio activo del jugo del ajuapar es volátil.

2º Se puso en digestion en el alcohol á 36º el extracto así obtenido, y tomó un color amarillo subido, enrojeciendo el papel azul.

3º Evaporada la disolucion alcohólica, el residuo lavado con agua dejó sin disolver una materia amarilla viscosa. Durante la evaporacion de la disolucion alcohólica, el que la dirigia sufrió la misma incomodidad que evaporando el jugo fresco.

4º La disolucion acuosa tenia el mismo color que la disolucion alcohólica; como ella era ácida, con el acetato de plomo formaba un asiento blanco, voluminoso, lijero, que se disolvia de nuevo con mucha facilidad añadiendo algunas gotas mas de ácido acético; este carácter indicaba la presencia del ácido malico, y como el líquido no mostraba precipitado alguno por el oxalato de amoniaco, se podia haber pensado que este ácido se hallaba al estado libre; mas la magnesia añadida en una parte del líquido nos persuadió que la propiedad ácida dependia de la presencia del malato ácido de potasa.

5º Examinando las disoluciones acuosa y alcohólica de que

<sup>1</sup> La presente memoria, la de los meteoritos, la del árbol de la leche y analisis de la Gaylusita fueron presentadas por los señores Boussingault y Rivero, que trabajaron reunidos. (*El Traductor.*)