

FOUR CROY

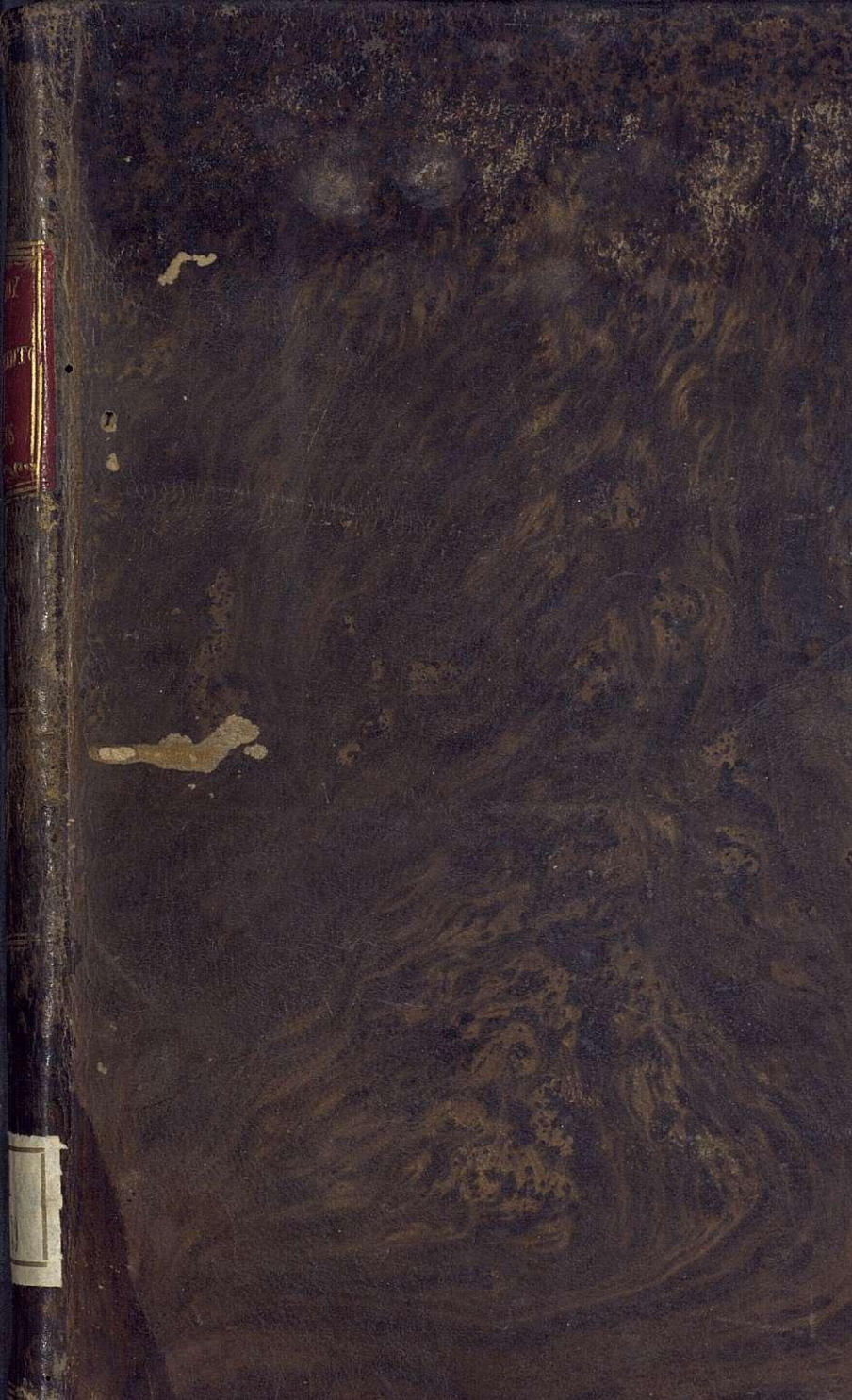
CONOCIMIENTO

QUIMICOS

6

1

3939





1

3939











**SISTEMA**  
**DE LOS CONOCIMIENTOS QUIMICOS.**  
**TOMO VI.**





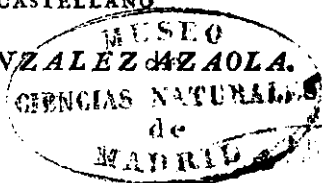
**SISTEMA**  
**DE LOS CONOCIMIENTOS QUIMICOS,**  
**Y DE SUS APLICACIONES Á LOS FENÓMENOS**  
**DE LA NATURALEZA Y DEL ARTE:**

**OBRA ESCRITA EN FRANCES**

**POR A. F. FOURCROY, DEL INSTITUTO**  
*Nacional de Francia; Consejero de Estado; Profesor de*  
*Química en el Museo de Historia Natural, en la Escuela*  
*Polytechnica, y en la Escuela de Medicina; de las*  
*Sociedades Filomática y Filotécnica, de Agricultura*  
*y de Historia Natural &c.*

**TRADUCIDA AL CASTELLANO**

**POR D. GREGORIO GONZÁLEZ AZAOLA.**



**DE ORDEN DEL REY.**

**MADRID EN LA IMPRENTA REAL**

**AÑO DE 1807.**





**SISTEMA**  
**DE LOS CONOCIMIENTOS QUIMICOS.**

---

**CONTINUACION**  
**DE LA SEXTA SECCION.**





# CONTINUACION DE LA SEXTA SECCION.

---

## ARTICULO XVI.

*Del estaño.*

A. HISTORIA.



1 **E**l estaño es uno de los metales que, segun parece, ha descubierto y conocido primero el hombre; pues sus noticias se pierden en las tinieblas de la antigüedad, y casi llegan á los tiempos fabulosos. Los egipcios hacian ya un gran uso de él en sus artes: los griegos le aleaban con los demas metales; y Plinio, aunque no escribe su historia, ni le compara con otros metales, habla de él como de un metal muy conocido, muy empleado en las artes, y que servia para una multitud de adornos de luxo: le llama muchas veces *plomo blanco*, é indica sus frecuentes y fraudulentas aleaciones con el plomo negro ó verdadero plomo. Atribuye á los gaulas la invencion del estañado. Al considerar la facilidad que tiene en fundirse este metal no extrañaríamos que fuese de un uso tan frecuente entre los pueblos mas antiguos, si es que existiera nativo, ó que sus minas hubieran sido fáciles de beneficiar; pero reflexionando sobre la dificultad de este beneficio, y sobre la poca relacion que tienen sus minas con el metal, no se comprehende muy bien como suben á tiempos tan remotos el descubrimiento y uso del estaño.

2 Los alquimistas trabajáron mucho sobre el estaño, á quien llamáron *Júpiter*, y designaban sus varias preparaciones con el nombre de *joviales*. Comparándole con este planeta, explicaban del modo siguiente, segun Boerhaave, el geroglífico con que le representaban. La mitad de este signo ofrecia el carácter de la luna, al qual se unia por la derecha una cruz, signo de la acritud y qualidad corrosi-

va, empleada tan á menudo para designar esta qualidad de los ácidos. Con esto querian decir que habia una correspondencia notable entre el estaño y la plata; correspondencia que, segun ellos, era bien conocida de todos los ensayadores por su fixacion en la copela, y que ademas estaba unido con un pretendido azufre crudo, del qual se habia de desembarazar para transmutarle en plata. Esta quimera atormentó largo tiempo las cabezas de los alquimistas, y de aquí se derivan quantos trabajos emprendiéron sobre este metal.

3 Un gran número de químicos sabios han examinado el estaño: los que se dedicaron á esta ciencia con relacion á la Farmacia, tantearon el prepararle de muchos y varios modos, aunque ménos que el hierro, el antimonio y el azogue, para poderle aplicar á distintas enfermedades. *La Poterie* se distinguió entre los de esta clase, y dió su nombre á una preparacion medicinal del estaño, la *antihéctica*. Sin embargo este es uno de aquellos metales en que los químicos farmacéuticos han tenido ménos confianza, porque rezelaban en él una acritud arsenical. Margraff autorizó este temor, ó aumentó mas bien la sospecha, con publicar un análisis de este metal, en que decia haber hallado efectivamente una proporcion espantosa de arsénico. Ya habia Schultz anunciado que el estaño fino nada tenia de peligroso, mas fué menester un trabajo como el de Bayen sobre esta materia para disipar todos los temores, que el resultado, en extremo erróneo, de Margraff habia esparcido en quanto á su uso económico.

4 Los autores sistemáticos de Química, y sobre todo los descriptores de métodos desde Lemery hasta Rouelle, han extendido mucho los conocimientos acerca de este metal: le han tratado sucesivamente con los principales ácidos, con las sales, con los álcalis, estudiando sus aleaciones y diversas combinaciones; y á Macquer y al ciudadano Baumé es á quienes principalmente se les debe mayor número de experiencias en esta parte. Los mineralogistas y metalurgistas por otro lado han examinado con atencion no solo los diversos estados en que se halla en la naturaleza,



sino tambien los métodos de ensayar y beneficiar sus minas.

5 No conozco autores monógrafos, que hayan emprendido todavía darnos una historia química completa del estaño. Los grandes artículos de Macquer, de Baumé, de Wasserberg y de Gren presentan buenamente el conjunto de los principales conocimientos adquiridos en tiempo de la publicacion de sus obras; pero aun no ha tenido este metal un historiador particular, como le han tenido el antimonio, el mercurio, el hierro, la plata, el oro y platino, no obstante ser en alguna manera acreedor á este honor por sus propiedades singulares, y la importancia de su uso. Verdad es que hay muchas memorias particulares sobre algunas combinaciones suyas, pues Libabio fué el primero que descubrió el singular producto de la descomposicion del muriate sobreoxígenado de azogue por el estaño, al qual dió su nombre: Bergman ha tratado de una mina sulfurosa de estaño, ó una especie de *oro mosayco* nativo de Siberia: Bullon y Pelletier han dado disertaciones muy bien hechas sobre la preparacion del óxide de estaño sulfurado: Rouelle el menor ha publicado experiencias útiles sobre la descomposicion del muriate sobreoxígenado de azogue por el estaño; y Bayen y Charlard por último han enriquecido la Química con una serie de indagaciones preciosas sobre el análisis de las aleaciones de este metal, y sobre el arte de conocer su pureza ó las materias metálicas que le pueden alterar.

6 Despues de la revolucion de la Química, aunque no se ha mirado como objeto de un trabajo seguido en el por menor de sus propiedades, segun el método ingenioso que ha introducido esta revolucion en el arte experimental, ha sido el estaño sin embargo materia de varios descubrimientos capitales, de los quales unos han contribuído á establecer la doctrina neumática, y otros á consolidarla, y confirmar sus resultados. Como Juan Rey fué el primero que en el año de 1630 llamó la atencion de los físicos sobre el estaño con su opinion de que el ayre se fixaba en este metal durante la *calcination*; y como Boyle á fines del mismo siglo habia tanteado ya el apreciar la causa del aumen-

to de peso de su *cal*, Lavoisier volvió á empezar, y rectificó la experiencia de Boyle en 1774 haciendo *calcinar* estaño en un vaso de vidrio cerrado, y de una cabida de ayre determinada. De aquí empezó en alguna manera la escena de sus pasmosas indagaciones químicas sobre el ayre, y de aquí infirió y probó que la pretendida calcinacion de los metales no era otra cosa mas que una combustion, en la qual una parte del ayre atmosférico se fixaba y combinaba con ellos. Despues de estas interesantes experiencias el ciudadano Adet y Pelletier han examinado por medios ingeniosos el muriate de estaño en sus dos estados, y han hecho ver quanto se podian aclarar por la doctrina neumática las propiedades de este metal, y quanto podian estas al mismo tiempo ilustrar los principales puntos de dicha doctrina. Y así se verá que, aunque las indagaciones químicas sobre el estaño esten muy léjos de apurarse, no obstante la historia de este metal, presentada segun los datos exáctos de la Química neumática, ofrece resultados muy precisos y cabales, y un conjunto mucho mas perfecto que el que tenia en las obras sistemáticas, escritas ántes ó aun despues de esta feliz revolucion.

### B. *Propiedades físicas.*

7 El estaño puro es de un color blanco, tan hermoso y brillante como el de la plata, y así seria tan precioso como ella en esta parte, si no se llegase á alterar. En otro tiempo se le tenia por el mas ligero de los metales, quando se hacia una clase particular y distinta de los semimetales. Su pesantez específica es de 7,291 á 7,500, segun las experiencias comparadas de los físicos desde Muschenbroëck hasta Brisson, y segun los diferentes estaños. Por esta razon ocupa el duodécimo lugar.

8 Es uno de los metales mas blandos, pues se le raya con la uña, y casi no hay metal que no pueda encantar su superficie por la presion ó el frotamiento: se dexa cortar con un cuchillo, se dobla fácilmente, y entónces se oye un ruido particular, que se llama *cruxido del estaño*. Por

Lo que hace á esta propiedad se le ha comparado con el zinc; pero está muy distante de eso, ó es mucho mas débil este *cruxido* en el zinc que en el estaño. Este fenómeno parece deber atribuirse á la separacion de las partes y rompimiento súbito que padecen en el acto de doblarle, no obstante que el estaño se quiebra con dificultad. Su qualidad sonora es débil; su ductilidad es bastante para que por medio del martillo y los cilindros de un laminador se dexe tirar en planchas y hojas delgadísimas que tienen mucho uso en las artes. Esta propiedad le asigna el quinto lugar entre los metales: tiene poca elasticidad y tenacidad, y así un hilo de este metal de un décimo de pulgada de diámetro solo puede sostener sin romperse un peso de  $49\frac{1}{2}$  libras.

9 El estaño es uno de los metales que mas se dilatan por el calórico en las experiencias pirométricas de Muschembroëck. Un cilindro de este metal de seis pulgadas de largo, expuesto al calor del agua hirviendo, ha dado una dilatacion igual á 164. Este físico pone al estaño en el primer lugar de los metales dilatables, y al hierro en el último; de manera que esto parece indicar que la dilatabilidad de los metales sigue la razon de la fusibilidad. Es muy buen conductor del calórico: despues del azogue es la substancia metálica que mas pronto se funde, de suerte que precede al bismut y al plomo. El ciudadano Guyton calcula esta facilidad por el grado 168 de la graduacion de Reaumur. Una vez fundido se necesita un temple muy alto de calor para reducirle á vapores, y por eso ha sido mirado como uno de los metales mas fixos, y le creian los alquimistas muy próximo á la plata. Si se le dexa enfriar lentamente, y luego que se fixe su superficie, se la horada para decantar con precaucion la parte líquida de adentro, presenta el fondo una cristalizacion en rombos muy gruesos, formados por la agregacion de un gran número de agujas pequeñas, reunidas longitudinalmente. El ciudadano Hapel-Lachenaie, uno de mis discípulos, que se halla establecido, hace algunos años, en la Guadalupe, donde se dedica á indagaciones preciosas tocante á las producciones

coloniales, es el primero que en 1782 hizo cristalizar así el estaño en mi laboratorio.

10 El estaño es muy buen conductor de la electricidad, por lo que se le emplea para revestir los conductores y las botellas de Leyden: tambien lo es de la electricidad animal, ó galvanismo, que excita fuertemente por su contacto con los nervios, y su comunicacion con otro metal. Tiene un olor muy notable, que comunica á las manos y cuerpos con que se le frota: su sabor es igualmente muy particular, y no hay duda que puede tener propiedades medicinales muy evidentes, como lo haré ver por experiencia al fin de este artículo.

### C. *Historia natural.*

11 El estaño no es muy abundante en las entrañas de la tierra, á lo ménos en Europa, y se conocen muy poco las minas de estaño de Africa y Asia. Hay algunas en Siberia; pero mas ricas y con mas frecuencia se hallan en Cornouailles, en Bohemia y en Saxonia. Los mineralogistas mas hábiles aun no han distinguido mas que tres especies de minas de estaño, á saber: el estaño nativo, los óxides y el óxide sulfurado.

12 El estaño nativo ha sido un objeto de dudas y disputas en la mineralogia. Se dixo primeramente que se habia encontrado en Saxonia, en Bohemia y en Malaca, y algunos naturalistas negaron su existencia hasta que por último Mr. Woulf, químico ingles, terminó esta disputa científica hallando en Cornuailles estaño nativo el año 1766. Este estaño es gris y brillante en su fractura, se extiende al martillo en láminas brillantes y dúctiles. Se le encuentra en hojas delgadas dentro de una ganga quartzosa, ó por lo regular cristalizado. Mr. Queit ha confirmado con sus experiencias la naturaleza de este mineral. Ha algunos años que se creyó haber encontrado en Francia estaño nativo, cerca de Espieux en el departamento de la Mancha, el qual habiendo sido examinado por el ciudadano Schreiber, Inspector de minas, quien de órden del Consejo vi-

sitó el parage de donde se sacáron las muestras, resultó hallarse allí accidentalmente. Los pedazos estaban resquebrados y cubiertos de un óxide gris; se veía en ellos el estaño dúctil adherente á una substancia blanca, laminosa, cristalizada, que se halló ser el muriate de estaño; estaban como depositados en un sitio particular donde no habia el menor vestigio de minas de estaño, y aislados de tal forma, que ni aun tenian apariencias de ser una produccion natural: todo lo qual da á entender que eran algunas obras antiguas de estaño sepultadas baxo de tierra.

13 El óxide de estaño nativo es la mina mas freqüente de este metal, y la que al mismo tiempo ofrece mas variedades. Por numerosas que sean es necesario colocarlas todas en una misma y sola clase. Se llaman en general cristal ó cristales de estaño. La forma primitiva de estos cristales, segun el ciudadano Haiiy, es la de un cubo que hace veces de paralelepípedo, cuyos decrecimientos son diferentes sobre dos caras opuestas, de lo que son sobre las otras quatro, y así representan los lados de un prisma. Estos cristales presentan muchas veces un ángulo entrante, formado de quatro lados triangulares, que resultan de la union de dos porciones de un mismo cristal, una de las quales está aplicada á la otra en una situacion inversa. Esto es lo que el ciudadano Haiiy llama estaño oxídado *hemitropo* ó medio vuelto. Hay otra variedad de forma, que él llama *óxido de estaño dístico*, ó de dos órdenes de caras, teniendo treinta y seis, quatro de las quales son verticales. Los colores gris, amarillo claro, blanco, algo amarillento, roxo, pardo y negro forman otras tantas variedades de óxides de estaño nativo, que los mineralogistas han descrito y distinguido algunas veces como especies. Se ha confundido por largo tiempo el tunstate de cal nativo en octaedros con el óxide de estaño blanco; pero ademas de que la forma octaédrica no es propia de este último, el tunstate, como se ha dicho en otra parte, toma un color amarillo de limon con los ácidos nítrico y muriático, lo que no hace el óxide de estaño. La gravedad específica de estos óxides de estaño varía de 5,955 á 6,750. Mr. Kir-



wan distingue quatro variedades de esta especie, á saber:

A. El óxide blanco, llamado *mina de estaño blanco*, ó *espato de estaño*, es medio transparente, cristalizado, blanquizo, que tira al gris, verdecino ó amarillento, y no contiene arsénico, como se había creído, habiendo hallado Margraff ser una de las minas mas puras de estaño. Su pesantez es de 6,007.

B. El óxide opaco, pardo ó negro es la mas común de estas minas: se halla muchas veces cristalizado, dentro de cuarzo, micá, fluat de cal, y jámas en carbonato calcáreo: la llaman los alemanes *zingraupen* quando se halla en gruesos cristales; *zuizwiter* quando en pequeños: contiene cerca de 0,80 de estaño, unidos siempre al hierro, y pesa 6,750. Mr. Klaprot ha dado el análisis de aquella variedad, que viene de Alterna en Cornouailles, y ha encontrado las proporciones siguientes:

(1) Estaño.....	77,50.
Oxígeno.....	21,50.
Sílice.....	0,75.
Hierro.....	0,25.

C. El óxide de estaño roxizo ó de un amarillo roxizo, llamado *mina de estaño en granate* por los naturalistas, se halla en pequeños cristales, algunas veces semitransparentes, ó en forma esférica estriada, como la hematites ó la zeolita: pesa de 5,000 á 5,800. Contiene mas óxide de hierro que de estaño.

D. El óxide de estaño, ó *pedra de estaño*, llamado por los alemanes *zingstein*, y *tingber* por los Suecos, es el óxide que tiene todos los colores que hemos dicho arriba, y se halla diseminado en una tierra quartzosa ó arenosa, mas ó ménos frágil.

14 El óxide de estaño sulfurado, ó el *estaño mineralizado por el azufre* de los mineralogistas, ha sido descubierto y descrito la primera vez por Bérigman entre los minerales de Siberia. Ha hallado dos variedades; una de color de zinc, de textura fibrosa, que contiene 0,20 de azufre y 0,80 de estaño; y otra que envuelve á la primera como una incrustacion amarilla, muy semejante á lo que los químicos lla-

máron *oro mosayco*, que contiene 0,40 de azufre, un poco de cobre, y lo demás de estaño. Despues de este descubrimiento Mr. Klaprot ha examinado el estaño sulfurado, que viene de la parroquia de Santa Agnes en Cornouailles: su pesantez específica es de 5,350: su color varía del gris pálido al gris obscuro, y es análogo al de la plata en las porciones más puras: su fractura es granujienta y metálica. Ha encontrado las proporciones siguientes:

Azufre..... 0,25.

Estaño..... 0,34.

Cobre..... 0,36.

Hierro..... 0,02.

El cobre parece ser aquí mas abundante que el estaño; pero su cantidad, que es variable, suele ser inferior á la del estaño.

#### D. *Ensaye y metalurgia.*

15 En otro tiempo se hacia el ensaye de las minas de estaño únicamente por la tostion y la reduccion con los fluxos reductivos. La tostion, que muchos docimastas creían necesaria para la volatilizacion del arsénico, solo sirve para atenuar y dividir sus minerales por lo regular muy densos y duros. Se hacia dentro de una cápsula cerrada, á fin de evitar que se disipase el estaño. Algunos aconsejaban mezclarle con un poco de resina, para impedir que el estaño se oxídase demasiado. Se fundia la mina tostada muy prontamente con tres veces su peso de fluxo negro y un poco de muriate de sosa decrepitado. Los pesos comparados de la mina ántes y despues de la tostion, igualmente que del boton metálico que se saca, y de la escoria que le cubre, daban la cantidad de metal que se podia esperar.

16 Cramer, uno de los mas célebres autores de docimástica, habia dado otro método mas expedito, y ménos expuesto á pérdidas para el ensaye de las minas de estaño. Escogia dos gruesos carbones de tilo ó de avellano, bien iguales, y sin hoyos ni grietas. Hacia en el uno un agujero que le servia de crisol, dentro del qual ponía simple-

mente la mina de estaño en polvos con un poco de resina: en el otro hacia un agujerito destinado á dar salida á los vapores oleosos: le acomodaba sobre el primero haciendo de tapa, y les ataba con alambre despues de haber enlodado las junturas. Colocaba este aparato frente de la tobera de una forja sosteniéndole con otros carbones, y le encendia inmediatamente; despues de algunos minutos de un buen golpe de fuego apagaba los carbones de ensaye sumergiéndoles en agua, y encontraba el boton de estaño en el crisol.

17 Se ha propuesto tambien otro método de hacer el mismo ensaye. Despues de haber machacado y lavado el mineral para separarle de las partes quartzosas, muchas veces mas abundantes y mas ligeras que las del óxide de estaño, aconsejan fundirle rápidamente en un crisol *embrascado*, y bien cubierto, y despues de haberle mezclado con el doble de su peso de un fluxo compuesto de partes iguales de resina y bórax calcinado. Bergman aconsejó en sus lecciones de Scheffer mezclar una parte del mineral lavado con dos de tártaro, una de fluxo negro, y media de resina; separar esta mezcla en tres partes iguales; y ponerlas una despues de otra en un crisol candente, que se debe cubrir despues que cada una dexa de arder. Hecha la operacion de este modo, no dura segun él mas que siete, y aun seis y cinco minutos. Habiendo notado Mr. Klaprot que los álcalis hacen perder, ó disuelven una parte del óxide, ha ideado otro método mas sencillo, que consiste en poner el mineral en polvos en un crisol de carbon encerrado en otro crisol de arcilla *embrascado*, y exponerle al fuego de forja por media hora (2).

18 Por lo que hace á la docimástica húmeda de las minas de estaño he aquí lo que indica Bergman. El estaño nativo es muy fácil de exáminar, porque el ácido nítrico, oxídándole prontamente, le reduce á polvo blanco, y si contiene hierro y cobre, quedan en disolucion estos dos metales: cien partes de estaño dan ciento y quarenta de óxide blanco lavado por este ácido. La mina de óxide nativo, mezclado con cuarzo, es muy dura, y ningun ácido

particular la ataca á causa del fuerte estado de oxidacion del estaño, y de su mezcla con la sílice. Sin embargo Bergman consiguió analizarla por el método siguiente. Puso el mineral porfirizado en ácido sulfúrico concentrado, y le dexó en digestion á un fuego fuerte durante algunas horas: despues de haberse enfriado, añadió un poco de ácido muriático agitando la mezcla, y entónces se produjo un fuerte calor y una viva efervescencia, debidos á una porcion de ácido muriático, privado de su agua, y reducido á gas por el ácido sulfúrico: las fuerzas de estos dos ácidos reunidas obraron la disolucion, de que ni una ni otra separadas eran capaces: una hora despues de esta adicion de ácido muriático Bergman echó agua sobre la mezcla, la dexó posar, y decantó el líquido que sobrenadaba, y tenia el óxide de estaño en disolucion. Repetida la misma operacion hasta que los ácidos no pudieron arrancar mas al mineral, se halló por una parte con todo el óxide disuelto, y por otra con toda la parte quartzosa insoluble. Precipitó el óxide por el carbonate de sosa, y halló que ciento treinta y una partes de este precipitado correspondian á cien partes de estaño metálico. Si este óxide contuviera otros de hierro y cobre, calentándole un rato al ayre, y tratándole sucesivamente con el ácido nítrico y muriático, el primero disolveria al hierro, y el segundo al cobre, sin tocar al óxide de estaño. Este último método fué propuesto por Mr. Kirwan, y debe en efecto llenar el objeto que se propone, esto es, dar un conocimiento mas exácto de las minas de estaño.

19 Habiendo observado Mr. Klaprot, en su análisis de las minas de estaño, que no podria disolver por el método de Bergman todo el óxide de este metal, y habiendo juzgado que esto podia depender de su fuerte oxidacion, recurrió á aquella substancia que de algunos años á esta parte ha llegado á ser en sus manos, un medio tan poderoso y excelente para analizar. Fundió una parte del mineral de estaño con seis de potasa cáustica en un crisol de plata, teniendo la mezcla rusiente por espacio de media hora. Desleyó la materia en agua, la qual obró su disolucion sin to-

mar color alguno: echó en ella ácido muriático, que formó un precipitado blanco, el qual volvió á disolver por un exceso de ácido, despues precipitó de nuevo este óxide de estaño por el carbonate de sosa; y habiéndole vuelto á disolver por el ácido muriático, separó el estaño con unas planchitas de zinc. Este método le salió mucho mejor que el de Bergman; porque en efecto está fundado en la gran disolubilidad del óxide de estaño en los álcalis fixos (3).

20 El trabajo por mayor de las minas de estaño se asemeja bastante á los ensayos por la via seca, que acabamos de describir. Se asegura que en el beneficio de estas minas se ven obligados muchas veces á encender fuegos subterráneos para ablandar la ganga, y que estos fuegos ocasionan vapores muy peligrosos. No hay libro en que no se hable del arsénico que se desprende quando se le tuesta; y es difícil concordar estas aserciones con las análisis exâctas, que ningun arsénico manifiestan en los óxides nativos, á ménos que no se hagan sobre mezclas de diversos minerales que acompañan á estos óxides, y que contienen, segun parece, mucha substancia arsenical. Algunas veces se hallan las minas de estaño á poca profundidad baxo la arena, como se ve en Eibenstock: esta mina es bastante preciosa para ser lavada sobre mesas cubiertas de paño destinado á retener las partes metálicas. Se la tuesta en hornos de reverbero, y se recoge el arsénico en estado de óxide en chimeneas horizontales, segun varios autores de Metalurgia: es evidente que esta operacion conviene solo á aquellas mezclas arsenicales (4), de que he hablado: se funde despues la mina así tostada en hornos de manga, y se la da la forma de rieles, baxo la qual se despacha en el comercio.

21 Los mayores trabajos sobre las minas de estaño son los que se practican en Inglaterra, en Alemania y en las Indias. El estaño mas puro del comercio es el que viene de Banca y de Malaca: este, por el qual se designa en todos los libros el mejor estaño baxo las denominaciones corrompidas de estaño de *Melac* ó *Malac*, es efectivamente el mas puro de todos: ninguna substancia metálica extraña le altera: se presenta baxo la forma de una pirámide qua-



drangular, corta y truncada, con un borde delgado y saliente en su base, muchas veces replegado, casi de una libra de peso. El de Banca, que igualmente es muy puro, viene en barras de quarenta y cinco á cincuenta libras. Ambos á dos son grises en su exterior, y se hallan cubiertos de una especie de orin, que proviene sin duda del ayre húmedo y salado del mar, y de los vapores de que estan rodeados en los navíos que los traen. El estaño de Inglaterra, mas empleado que el de la India, viene en gruesos torales de casi trescientas libras: está aleado con cobre, sea natural ó artificialmente, porque las leyes inglesas ordenan el no dexarle salir del país sin esta aleacion. Una especie de estaño en lágrimas ó estalacitas, que asimismo viene de Inglaterra, se ha encontrado tambien con cobre, segun las experiencias de Bayen y Charlard. El de Alemania ó de Saxonia es igualmente impuro; pero no es cierto el que esté cargado de arsénico, como lo habia dicho Margraff. Bien pronto se verá que la cantidad de este metal, que creia contener, no podia ni con mucho existir en él sin mudar todas sus propiedades, y sin hacerle inservible para la que se destina. Los peltreros le funden en barras pequeñas para la comodidad de su despacho.

#### E. *Oxidabilidad por el ayre.*

22 El estaño no se oxida al ayre frio sino con mucha dificultad; aunque pierde muy pronto su brillo y su hermoso color blanco. Al cortarle es tan brillante y tan bello como la plata; pero dentro de algunas horas se altera este bello color, se empaña, y al cabo de algunos dias se deslustra enteramente. Esta alteración va siempre aumentando mientras se dexa expuesto al ayre; aunque no pasa de la superficie, de manera que por último toma el estaño un color gris sucio, sin brillo alguno, y se cubre de un soplo de óxide gris. Por esto es preciso limpiar y frotar muchas veces los vasos de estaño, para que, renovando así su superficie, se mantengan brillantes; pero jamas llega esta débil oxidacion á penetrar tan profundamente que se pueda

decir, como de otros metales, que se toma al ayre.

23 Quando se funde el estaño al contacto del ayre no bien está líquido el metal quando se cubre de una película gris, que se arruga y aparta de la porcion de estaño fundido en que sobrenada. Separada esta película, se forma otra y otra, de suerte que todo el estaño se puede ir convirtiendo de esta manera en películas. En esta oxídacion toma el estaño un aspecto terroso, no adhiriendo, ni combinándose ya mas con la otra porcion metálica. En el arte de fundir y purificar los vasos de estaño llaman *borra* esta materia oxídada, que se forma en la superficie del metal fundido, y es tan evidente que depende de los fundidores el convertir todo el estaño en *borra*, como que tampoco pierden esta pretendida impureza, sabiendo hacerla, presentarse de nuevo baxo su forma metálica, calentándola con sebo ó resina. Es pues esta costra un verdadero óxide de estaño gris, en que contiene el metal ocho á diez de oxígeno por ciento: se reduce con la mayor facilidad; mas si se continúa en calentarla al contacto del ayre, y se la menea mucho, se divide, se atenúa, se convierte en un polvo que blanquea poco á poco, aumenta de peso, se oxída mas y mas hasta que llega á ser lo que en las artes llaman *potea de estaño*. Este último óxide contiene, segun las experiencias comparadas de J. Rey, de Van-Helmont, de Boyle y de Walerio, de diez y siete á veinte de oxígeno por ciento de metal. Haciendo Lavoisier esta experiencia en una retorta de vidrio cerrada herméticamente, obtuvo un óxide negruzco en copos ligeros, y probó que su aumento de peso era exáctamente proporcional á la pérdida que habia sufrido el ayre contenido en la retorta.

24 La oxídacion, que acabo de describir, no es otra cosa que la primera y mas débil combustion del estaño, por que aun es susceptible de otra mas fuerte quando se le da mayor calor, y despues de estar fundido se le enroxece y reduce á vapor: entónces presenta una verdadera inflamacion. Si se calienta un granito de estaño al soplete, y se le arroja al suelo al ponerse candente, se dispersa en globulillos luminosos y verdaderamente inflamados, que

saltando un rato sobre los ladrillos, y arrojando chispas forman un espectáculo agradable. Lo propio se consigue, segun observó antiguamente Geoffroy, quando se le calienta fuertemente en un crisol: luego que este se enroxece, el metal cubierto ya de óxide se levanta, y arroja chispas, que forman en el ayre una llama blanca y viva, semejante á la del zinc, y á esta llama se sigue un humo de óxide blanco, que se condensa sobre los cuerpos frios en forma de agujas cristalinas, brillantes y transparentes.

25 La exposicion del estaño á un calor fuerte, y por mas ó ménos tiempo, al contacto del ayre, juntamente con los fenómenos particulares, que acompañan entónces á su oxidacion, han sido el objeto de las importantes experiencias hechas por Margraff, por Macquer y los ciudadanos Darcet y Baumé. Estos quatro químicos dicen acordes que el óxide de estaño, formado en este caso, cristaliza en prismas-delgados de un blanco hermoso, y en forma de agujas; que este óxide se levanta y agrupa en hervorizaciones, imitando un vegetal, por exemplo, á una coliflor; que bajo esta materia blanca como la nieve se halla ademas otro óxide roxizo, y un vidrio de color de jacinto ó morado, ó de color de rubí ó de granate, el qual cubre inmediatamente la porcion de metal inalterable, que no habiéndose hallado en contacto del ayre, tampoco ha absorbido oxígeno. En algunas experiencias se ha encontrado un vidrio perfectamente amarillo ó un baño de vidriado verde; pero esto dependeria sin duda del hierro, del cobre ó de alguna materia extraña metálica. Los colores gris, blanco, morado ó roxizo obscuro, que toman los óxides de estaño al pasar de su *minimum* de oxidacion á su *máximum*, y al vitrificarse mas ó ménos, aunque no tan ricos, ni tan bien matizados como los de otras substancias metálicas, hacen ver sin embargo que las diversas proporciones de oxígeno son las que hacen variar el estado de sus combinaciones, y parecen indicar por el mas ó ménos de oxidacion las diversas modificaciones de los óxides nativos de este metal, desde el blanco y gris hasta el morado, y el pardo ó roxo

oscuro. Explican asimismo las diversidades que se encuentran en las *poteas de estaño*, pues se hallan con varios matices de gris, blanco, leonado y roxizo, que provienen sin duda de las diversas proporciones de oxígeno, aunque tambien dependerán algunas veces de la mezcla de algunos otros óxides metálicos, y sobre todo del cobre, del plomo ó del hierro (5).

26 No obstante que los químicos han demostrado, por las experiencias que acabo de citar, la tendencia que tiene el óxide de estaño á vitrificarse á un alto temple de calor, no han dado aun medios de determinar la proporcion exácta de oxígeno, que contiene este óxide en los diversos grados de que es capaz. Todo lo que se puede inferir en general, de lo que han dicho sobre la materia, es que jamas pasa de diez y ocho por ciento de metal la proporcion de este principio que se fixa en el estaño; de manera que no forma ni aun la sexta parte de peso del óxide mas completo. Han hecho ver tambien que este óxide de estaño, tan quemado como puede serlo este último que hemos dicho, se hace casi irreductible, esto es, que apénas se le puede restituir su forma metálica: lo que prueba una grande adherencia entre el estaño y el oxígeno, como probaremos con muchos hechos al exáminar las demas propiedades de este metal (6).

#### F. *Union con los combustibles.*

27 No conocemos combinacion alguna entre el ázoe, el hidrógeno, el carbono y el estaño. Margraff únicamente ha observado que, mezclando polvos de carbon con limaduras de estaño á partes iguales, é introducida y calentada fuertemente esta mezcla en una retorta de barro, no da aquellas flores ó sublimado, que viene á ser una pequeña porcion de óxide, segun lo ha logrado en otras experiencias en que ha calentado solo el metal, y que tampoco se funde, sino que se convierte en un polvo tosco y negruzco, el qual lavado, encontró el estaño en granalla muy fina. Se ve pues en este ensaye que la fundicion del estaño en una sola masa fué estorbada por la presencia del car-

bon; mas es de admirar que no habiendo habido en este caso sublimado alguno arsenical, no se retraxese Margraff de admitir en el estaño este metal venenoso, sobre todo en la proporcion que indicó.

28 El fósforo se combina fácil y fuertemente con el estaño, segun resulta del excelente trabajo de Pelletier sobre esta combinacion. Echando fósforo sobre estaño fundido en un crisol, se unen estos dos cuerpos, y resulta un fosforeto de estaño, que contiene de 0,15 á 0,20 de fósforo. Este compuesto es de un color blanco plateado, se dexa cortar con un cuchillo, cristaliza al enfriarse, y tiene textura laminosa: se aplasta algo á los primeros martillazos, pero bien pronto salta en hojuelas: da unas limaduras semejantes á las del plomo, que arden sobre las ascuas con aquella llama y olor propios del fósforo: al soplete arde igualmente el fósforo quedando un botoncito cubierto de un vidrio transparente. Margraff, que consiguió hacer este fosforeto de estaño, sin pensarlo, por un método de que hablaré luego, decia que era folicular, brillante, frágil, semejante al zinc, y que ardía como el fósforo. Pelletier destiló este fosforeto de estaño con muriate sobreoxigenado de mercurio, y sacó por resultado muriate humeante de estaño, azogue vivo y gas hidrógeno fosforado, que se inflamó con detonacion al salir de la retorta, quedando en el fondo una materia esponjosa, que ardía sobre las ascuas como si fuera fósforo, y que consideró por lo tanto como una combinacion de estaño y fósforo.

29 El azufre se une fácilmente con el estaño, y forma con él un compuesto que es bastante raro en la naturaleza segun parece. Si se echa azufre sobre estaño fundido en un crisol, se combinan ámbos, y pára la fundicion del estaño: de esta union, que absorbe de diez y seis á veinte por ciento de estaño, resulta una materia brillante, de un gris metálico, muchas veces azulado, de una fractura folicular y lustrosa, que cristaliza en cubos, y pasa al octaedro, y atacan los ácidos con efervescencia. Es muy rara en las minas de estaño, aunque el arte llega á formarla con mucha facilidad (7).

30 Si se calientan moderada y gradualmente partes iguales de óxide de estaño y azufre en una retorta ó un crisol, y el estaño se halla suficientemente oxidado, se desprende gas ácido sulfuroso y azufre, y queda un compuesto brillante, de color de oro, nada volátil, que cristaliza en tablas de seis lados, que no se dexa atacar por los ácidos, y que á un fuego fuerte da ácido sulfuroso, azufre y una masa negra de sulfureto de estaño. Este compuesto, que ha sido descrito por Kunkel, y descubriéron los alquimistas, á muchos de los quales dió vanas esperanzas, se llamó oro mosayco, *aurum musivum*, *musicum*, *mosaycum*: es un óxide de estaño sulfurado ó hidrosulfurado, cuya naturaleza, preparacion y propiedades han sido tan bien descritas por Pelletier en 1792, que nada hay casi que añadir á su trabajo sobre este compuesto. Sin embargo no se prepara este óxide hidrosulfurado por el método inmediato de calentar el óxide de estaño y el azufre: mas adelante se verá la lista numerosa de medios que podemos emplear para formarle. Basta enunciar aquí en general que siempre que el óxide de estaño se halle en contacto con azufre muy dividido, ó con los hidrosulfuretos, á cierto grado de temperatura, forma este compuesto dorado, de que volverémos á hablar.

31 El estaño no se une fácilmente con el gas hidrógeno sulfurado: sin embargo quando se le sumerge en este gas, ó en agua que le tenga disuelto, muda prontamente de color, toma un amarillo dorado, y descompone al parecer los hidrosulfuretos. Los óxides de estaño exercen esta accion aun mas fuertemente: primero amarillean, despues ennegrecen quando se les seca al ayre, y toman el brillo metálico y dorado del oro mosayco quando se les aplica un calor suave. Los hidrosulfuretos y el agua hidrosulfurada pierden al instante su olor de resultas de esta alteracion. Es claro que en este caso se forma óxide de estaño hidrosulfurado.

32 El estaño es capaz de combinarse con muchas substancias metálicas, y forma aleaciones mas ó ménos notables, aunque no tantas, con la mayor parte de los meta-



les de que hemos hablado, como con los que quedan por tratar. El arsénico se une difícilmente con el estaño por la fusion en crisoles á causa de su volatilidad; no obstante Margraff ha hecho ver que se puede hacer esta aleacion por medio del ácido arsenioso, al qual quita su oxígeno una parte del estaño, y esto dió motivo á alarmar á todo el mundo sobre los usos domésticos del estaño. El ciudadano Baumé dice haber obtenido un boton brillante, agrio y de facetas como el antimonio, calentando con el estaño el arseniate acídulo de potasa, ó sal neutra arsenical de Macquer, que, segun él, descompone este metal. Bayen ha visto y descrito mucho mejor esta combinacion: ha probado primeramente que el ácido arsenioso no se combinaba con el estaño, y sus experiencias han demostrado que los temores nacidos del ensayo erróneo de Margraff eran una pura quimera. Poniendo en una retorta quince partes de limaduras de estaño y una de polvos de arsénico metálico, hasta enrojecer la mezcla apenas se sublima un setenta y dos avo de arsénico en ácido arsenioso, porque este metal volátil se fixa en su combinacion con el estaño, y así se halla en el fondo de la retorta un boton metálico, que pesa la suma total de los dos metales empleados, cristalizado en tablas ó facetas grandes como el bismut, mas frágil que el zinc, mas difícil de fundir que el estaño, el qual reblandecido por el fuego, y comprimido con una varilla de hierro, hace cierto ruido por el frotamiento de sus láminas, y del qual no se separa el arsénico sino calentándole largo tiempo al ayre. El exámen que hizo de esta aleacion de un diez y seis avo de arsénico, cuyas proporciones ha variado singularmente añadiéndola estaño: los arbitrios que ha dado para reconocer la presencia del arsénico en el estaño, sobre todo el del ácido muriático, que disuelve este último, y dexa al primero reducido á un polvo negro; y el análisis comparada, que ha presentado de todos los estaños en bruto ó manufacturados, que se usan en Francia, han sosegado enteramente así al Gobierno frances, como á todo hombre de buena fe, contra los pretendidos peligros del estaño en los usos de la vida.

33 Resulta en general de su trabajo, con relacion al estaño arsenical: 1.º que la cantidad de arsénico, que Margraff creia haber encontrado en el estaño de Morlaix, y que ascendia casi á un noveno de su peso, seria mucho mas que suficiente para quitar á este metal la blandura y flexibilidad que le es propia, y para hacerle á lo ménos tan frágil como el zinc: 2.º que los estaños de Banca y de Malaca no contienen un átomo de este peligroso metal: 3.º que el estaño de Inglaterra, que viene en gruesos rieles, da por la accion del ácido muriático una pequeña cantidad de polvo negruzco, mezclada muchas veces de cobre y de arsénico, en la qual este último jamas pasa de setecientos avos, y aun muchas veces no llega: 4.º que la mezcla de este estaño, hecha en Inglaterra con los estaños de Malaca ó de Banca, disminuyen todavía esta débil proporcion: 5.º que el arsénico unido al estaño, principalmente quando este contiene una cantidad del primero tan pequeña como la que se le ha encontrado algunas veces, pierde la mayor parte de su accion corrosiva y venenosa: 6.º en fin, que la pequeñísima cantidad de estaño, tan débilmente cargada de arsénico que puede entrar en los alimentos por el uso diario de la vajilla de este metal, no puede influir sobre la economía animal; porque, segun el cálculo hecho sobre lo que un plato perdió durante el servicio continuo de dos años, lo mas se tomarian tres granos al mes, y por consiguiente un cinco mil setecientos setenta avos de grano de arsénico al dia, suponiendo que el estaño manufacturado de Paris contuviese tanto metal venenoso como el plato de Lóndres, con que hizo la experiencia Bayen: lo que habia visto ser falso ántes de formar este cálculo tan sencillo, y tan á propósito para calmarlos.

34 No se conoce aun la posibilidad ó las propiedades de las aleaciones del estaño con el tungsteno, molibdeno, cromo, titanio, uranio y manganeso. Solamente se han indicado ó examinado las que es capaz de formar con el cobalto, el níquel, el bismut, el antimonio, el mercurio y el zinc. El estaño y el cobalto dan por la fusion un metal de grano fino, y de un color levemente morado. Crons-

tedt ha hallado que el níquel aleado con el estaño formaba una masa metálica, brillante, agria, dura, y cuyo carácter específico consistia principalmente en la especie de vegetacion ó esponjamiento, que le presentó al calentarla en la mufla.

35 El estaño aleado con el bismut da, segun Gellert, una aleacion quebradiza, dura y de facetas quadradas. Los peltreiros alean comunmente este metal con el bismut para darle blancura y dureza. Mucho tiempo ha que se han querido comparar estos dos metales, pues se le llamaba al bismut estaño de espejos. Comunicando el bismut una gran dureza al estaño, y siendo por otra parte mas caro que él, no pueden emplearle los peltreiros en mas que centésimo y medio ó dos centésimos de proporcion. Se reconoce fácilmente esta aleacion, y se separa con la mayor exáctitud por medio del ácido muriático, que disuelve el estaño, y dexa al bismut baxo la forma de polvo negro si el ácido estaba bastante debilitado.

36 Gellert, que nos ha dado la historia de un gran número de aleaciones en su Química metalúrgica, dice que el estaño unido al antimonio forma un metal blanco muy agrio, cuya gravedad específica es menor que la de las dos substancias metálicas tomadas separadamente. El antimonio endurece fuertemente al estaño mudando hasta la textura y la forma: esta combinacion se emplea en varias artes, y de ella se hacen láminas para grabar música.

37 El mercurio se une fácilmente al estaño en toda suerte de proporciones, y aun se puede decir que le disuelve completamente, porque el estaño pierde su solidez, y desaparece del todo en una gran cantidad de mercurio. Aunque esta union puede executarse en frio, se adelanta mucho por el calor, y para esto se vierte el mercurio caliente sobre el estaño fundido: la amálgama que resulta difiere por su solidez, segun las dosis relativas de los dos metales empleados. En otro tiempo se hacia una amálgama de estaño sólido, formándose bolas de ella con quatro partes de estaño y una de mercurio: estas se suspendian en el agua con el objeto de purificarla; pero, como para eso se la ha-

cia hervir, á la ebullicion mas que á otra cosa se debia su purificacion, porque ella sola podia separar y precipitar las sales poco solubles que contiene por lo regular el agua cruda é impura. La amálgama de estaño es susceptible de dar cristales cúbicos, que Daubenton es el primero que ha descrito y observado sobre las tapaderas de los vasos de vidrio de la coleccion del Museo de historia natural, que en otro tiempo se solian tapar con una amálgama de estaño sólido. El ciudadano Sagé, que ha seguido varias indagaciones sobre las amálgamas, dice que la de estaño da cristales grises, brillantes, foliculares, adelgazados en sus orillas, y que dexan entre sí cavidades polígonas.

38 El zinc se alea muy bien con el estaño por la fusion, de que resulta un metal duro de grano fino, cuya ductilidad corresponde á la cantidad de estaño que contiene. Se ha notado, hace mucho tiempo, que el zinc producía sobre el estaño poco mas ó ménos el mismo efecto que el bismut, y los peltreros saben que podrán substituirle á este último; sin embargo le endurece mucho ménos que el bismut, y se necesita una mayor proporcion de él. Mas si aumenta poco su dureza, tambien disminuye poco su ductilidad; por lo qual se sirven de esta aleacion en varias partes. Por otra parte se sabe que algunos químicos han hallado varias analogías entre el zinc y el estaño; pero rectificando las bases de esta comparacion, se debe hacer observar que hay mayor número de diferencias que de semejanzas entre estos dos metales.

#### *G. Accion sobre el agua y los óxides.*

39 El estaño solo no obra en frio sobre el agua, á lo ménos de un modo sensible, aunque ya le he mostrado como una de las materias metálicas que atraen mas el oxígeno. A la verdad no se han multiplicado bastante, y con toda exâctitud las experiencias para negar enteramente esta accion, porque hay un gran número de circunstancias químicas en que por la adiccion de un tercer cuerpo obra el estaño verdaderamente la descomposicion del agua, absorve el

oxígeno, y hace desprender el hidrógeno. Su óxide no es soluble, ni contrae union con el agua.

40 Este metal es uno de aquellos que obran del modo mas notable y mas pronto sobre la mayor parte de los óxides, á quienes roba el oxígeno. Si se le calienta despues de haberle mezclado en limaduras con estos óxides, los hace pasar de nuevo al estado metálico, ó próximo á la metalicidad, y toma él mismo el carácter de un óxide. Algunas veces, como sucede con el óxide de mercurio, se quema, y se inflama con actividad, absorbiendo el oxígeno mas sólido aun que lo que se hallaba en este metal. Esta fuerte atraccion del oxígeno es la que le da al estaño la propiedad de precipitar un gran número de metales de su disolucion en los ácidos: por ella el sulfureto de estaño, calentado con el óxide roxo de mercurio, da azogue vivo y poco oro mosayco, al paso que se saca mucho de este último calentando partes iguales de sulfureto de estaño y cinabrio, el qual provee al estaño de azufre y oxígeno á un mismo tiempo.

41 Muchas veces al quitar el estaño el oxígeno á otros óxides metálicos no se le quita todo entero, y viene solo á partir con ellos; de manera que resulta entónces de su accion recíproca un óxide medio y mixto, que altera las propiedades tanto del estaño como del óxide á que se aplicó. Lo propio sucede con los óxides de estaño ménos oxidados, que, para saturarse de oxígeno, no absorven mas que una parte del de los óxides extraños, con quienes se les pone en contacto, y resulta de esta accion, que podemos llamar media ó moderada, un equilibrio comun de oxidacion, que da origen á muchos fenómenos particulares, como son especialmente precipitaciones mutuas de varias disoluciones metálicas por la del estaño, que se verifican, porque este último sobrecargado de oxígeno no puede permanecer unido á los ácidos, miéntras que los otros despojados por él de la proporcion de este principio, que les hacia solubles, dexan de serlo por su falta. Esto es lo que se verifica en la formacion del precipitado de oro púrpura, del qual hablaré en la historia de este metal. El mangane-

so y el zinc son los únicos que roban el oxígeno al estaño, por lo qual se emplea el zinc para precipitar al estaño en forma metálica de sus disoluciones ácidas.

#### H. *Accion sobre los ácidos.*

42 El estaño en general descompone con mas ó ménos facilidad los ácidos ó el agua que les acompaña, y tira mas bien á separarse despues en forma de óxide que á quedar unido en sales permanentes con los ácidos mismos. Se diria que toma en esta fuerte oxidacion el carácter ácido, y varios autores modernos han adoptado esta acidificacion del estaño, aunque todavía no han dado pruebas concluyentes de ello. Por esta fuerte accion de los ácidos sobre el estaño, y la poca atraccion que su óxide formado de esta suerte tiene con los ácidos, presenta la historia de las disoluciones de este metal tantas incertidumbres, variaciones y aun contradicciones en los autores desde Kunkel, que es el primero que ha descrito muy por menor este género de composiciones químicas, y Monnet, que las ha estudiado mucho ántes del establecimiento de la doctrina neumática. La confirmacion de esta última ha hecho desaparecer la mayor parte de estas dificultades, aclarando y facilitando el explicar la teoría de la accion recíproca de los ácidos y del estaño.

43 Kunkel, copiado en esta parte por Juncker y Walerio, aseguraba que quatro partes de ácido sulfúrico concentrado y una de agua podian disolver una parte de estaño puro en limadura. Exponia esta mezcla en una cucurbita de vidrio sobre un baño de arena, que calentaba tan suavemente que no llegase á hervir el ácido: segun él se desprendian vapores sulfurosos, desaparecia la forma metálica del estaño disolviéndose poco á poco, se emblanquecia, y espesaba el líquido, y evaporado enteramente, quedaba una masa tenaz adherente á los vasos. Añadiendo agua á esta masa fria, y calentándola de nuevo se disolvía. Se podia hacer la misma disolucion transparente de un color amarillo obscuro, vertiendo el estaño por partes en ácido sulfúrico no muy debilitado, y esperando á que cada una



de ellas se disolviese. Walerio decia ademas que los cristales de óxide de estaño nativo, *zingraupen* de los alemanes, podian disolverse en el ácido sulfúrico; que añadiendo agua caliente, filtrando y evaporando, se lograban cristales transparentes de *vitriolo jovial*, ó sulfato de estaño, que ni él ni otros autores, que les mencionan, nos han descrito.

44 Macquer y el ciudadano Baumé han añadido á esta primera descripcion que se separaba azufre durante la operacion, el qual nada en gotitas sobre el líquido caliente, y que él era quien daba el color parduzco á la disolucion. El ciudadano Monnet ha obtenido por el enfriamiento cristales en agujas, que comparó á los del sulfato de cal: ha observado ademas que con el tiempo se posaba un óxide de estaño, que ya no era soluble, y sí muy refractario, y difícil de reducir por la accion sola del calor. Se reconoce en efecto por la experiencia que el estaño descompone fácilmente, y con ayuda del fuego, al ácido sulfúrico algo concentrado; que hace desprender de él mucho gas ácido sulfuroso; que oxidándose fuertemente es susceptible de ser separado despues ó precipitado por el agua; que extendido y un poco debilitado este ácido obra igualmente sobre el estaño, aun en frio; que en este caso de oxidacion menor es un poco mas permanente su disolucion, y no se enturbia por el agua; pero que por la concentracion y auxilio del fuego se precipita su óxide; que no se puede lograr un verdadero sulfato de estaño cristalizado y permanente; que se posa azufre durante esta accion; que algunas veces toma esta disolucion la apariencia de una jalea blanca y opaca; y que por lo tanto no hay verdadera union sólida entre el óxide de estaño y el ácido sulfúrico. Sin embargo esta disolucion, quando se hace en frio, y no está concentrada ni sobrecargada de estaño, ni se enturbia por el agua, precipita con los álcalis y las tierras un óxide blanco muy refractario, y de muy difícil reduccion. Los hidrosulfuretos y sulfuretos alcalinos la precipitan de un color pardo negruzco perdiendo su olor, y este precipitado calentado ligeramente en un aparato

cerrado da oro mosayco ú. óxide de estaño hidrosulfurado.

45 La accion del ácido sulfuroso sobre el estaño no ha sido indicada hasta aquí por químico alguno. En el trabajo sobre los sulfites metálicos, que hemos emprendido el ciudadano Vauquelin y yo, esta combinacion ha presentado varios hechos notables, los quales describiré aquí sumariamente, porque pareciéndose á los que ofrece el hierro, que son aun mucho mas interesantes, los trataremos con mas extension en el artículo de este. Desde el momento en que el estaño se halla en contacto con el ácido sulfuroso líquido, toma un color amarillento análogo al del oro mosayco: á pocos dias se ennegrece como un carbon, y se posa un polvo negro, cesando entónces la accion entre estos dos cuerpos. Blanqueado el polvo, da gas ácido sulfuroso por medio del ácido sulfúrico, y gas hidrógeno sulfurado por el ácido muriático, el qual separa azufre de este polvo disolviendo al estaño. Al soplete se funde este polvo en una masa negra, despues de haber exhalado ácido sulfuroso, y esparce al rededor de la cuchara un polvo amarillo de azufre. La porcion de estaño ennegrecido al fondo del ácido sulfuroso despide un olor fuerte de gas hidrógeno sulfurado quando se la frota entre los dedos; y al soplete exhala ácido sulfuroso, y dexa un poco de azufre al rededor del carbon. El líquido que sobrenada, y tiene un fuerte olor de ácido sulfuroso, que al cabo pierde si está al ayre libre, depone azufre casi puro añadiéndole ácido sulfúrico concentrado.

46 Por estos hechos se prueba que el estaño descompone una parte del ácido sulfuroso, que le presta el oxígeno, y que una vez oxídado se une á la otra parte de este ácido; que una porcion de azufre se depone con el sulfite de estaño blanco poco soluble; que otra queda disuelta en el líquido con un poco de sulfite de estaño, que, como vemos, es un sulfite sulfurado; en fin, que la tercera parte del azufre se combina con una porcion del estaño metálico, y forma un sulfureto negro sobre el qual no tiene accion el ácido sulfuroso, lo que detiene ó limita la dissolution, como se ha observado.

47 El ácido nítrico es atacado por el estaño con una energía violenta, y este metal se convierte en un óxide de la mas bella blancura, que da al líquido la forma de cuajada ó queso. Ha largo tiempo que los químicos conocen esta viva accion, y que la presentan con fundamento como una especie de inflamacion; pero procurando siempre lograr disoluciones en los ácidos, sin reparar en lo que podia suceder al metal despues de esta suspension, se han ocupado por largo tiempo en hacer permanente la del estaño en el ácido nítrico. El ciudadano Baumé ha inferido de sus experiencias que era imposible: Wasserberg pretendia sin embargo haberlo conseguido poniendo poco estaño en ácido nítrico muy puro extendido en agua; advirtió sin embargo que esta disolucion, que dice haber guardado largo tiempo sin que se enturbiase, no le dió cristal alguno, y que por una lenta evaporacion todo el óxide de estaño se precipitó, dexando el líquido puro y ácido.

48 Este hecho habia sido visto por Rouelle el mayor largo tiempo hacia. Es cierto que, poniendo un pequeño fragmento de estaño sólido en una gran cantidad de ácido nítrico débil se logra completamente la disolucion, y que el ácido retiene largo tiempo su óxide, el qual se separa constantemente, bien sea por la adiccion de una gran cantidad de agua, bien por la evaporacion del líquido, ó bien por la adiccion de mas estaño, como si se quisiese saturar el ácido; pero no es esto lo que buscan los químicos modernos: han tenido otras miras quando han examinado con tanto cuidado esta accion recíproca del estaño y ácido líquido, en la qual pasan fenómenos importantes.

49 Bien persuadidos por todos estos hechos que el estaño se oxida fuertemente por este ácido, á quien descompone con una rapidez violenta, y que no puede quedar combinado en nitrato con él, sino que tira incesantemente á separarse, han dirigido su atencion hácia el óxide de estaño que proviene de esta accion. Convencidos con Macquer que entónces es casi reductible, y habiendo hallado, despues de muerto este célebre químico, la causa de este

fenómeno en la solidez que toma el oxígeno, y en la fuerte adherencia que contrae con el estaño á medida que es robado por este metal al ácido nítrico, han pensado algunos que este óxide tomaba los caracteres de ácido, y que por eso no podia quedar unido con el ácido nítrico. Se han fundado tambien en la disolubilidad de este óxide en los álcalis, y de eso infiere el ciudadano Guyton que Mr. Klaprot consiguió tratar y analizar los óxides de estaño nativos por la potasa: mira esta disolucion de la mina de estaño en el agua por el álcali como un *estañate* ó *estañite* de potasa; pero á pesar de la verosimilitud y conformidad de esta opinion con las basas de la doctrina francesa, está falta aun de pruebas directas para que se adopte, y no se pueden comparar las propiedades adquiridas por el óxide de estaño con las de los ácidos arsénico, túnstico, molíb dico y crómico.

§ 0 El ciudadano Guyton ha hecho un precioso descubrimiento sobre la fuerza con que el estaño absorbe el oxígeno en su disolucion nítrica. Una parte de ácido nítrico puro y parte y media de estaño, puestas en una retorta, no le han dado gas alguno, aunque hubo una accion muy visible entre ámbos cuerpos; y habiéndolo examinado con cuidado el residuo de esta operacion, encontró que el amoníaco componia casi la vigésima parte del peso total del ácido y del estaño empleados. Este amoníaco no pudo formarse sino á costa del ázoe del ácido nítrico unido al hidrógeno del agua: luego el estaño, como muy ansioso de oxígeno, no solo habia descompuesto el ácido nítrico sino tambien el agua, y no se habia desprendido gas alguno á causa de esta union del hidrógeno con el ázoe.

§ 1 El óxide de estaño preparado, ó hecho por el ácido nítrico, y tratado en una retorta de vidrio en la dosis de tres partes con dos de azufre, ha dado á Pelletier ácido sulfuroso y *oro mosayco*, mientras que el óxide de estaño ménos oxidado, como es el gris ó la *potea*, tratado con el azufre, no le ha dado mas que sulfureto de estaño á causa del poco oxígeno que contiene en este estado de débil oxidacion. Tres partes de sulfureto de estaño, trata-

das al fuego y hasta sequedad por el ácido nítrico, y calentadas despues en una retorta con dos partes de azufre, han dado igualmente á este hábil químico *oro mosayco* ú óxide de estaño sulfurado de color de oro: la necesidad de este método, para verificar la oxidacion, prueba que el azufre unido al estaño modera mucho su propiedad de obrar como descomponente sobre el ácido nítrico. Este sulfureto de estaño mezclado en la proporcion de tres partes con dos de azufre, y destilado con ácido sulfúrico concentrado, le ha dado por producto ácido sulfuroso, y por residuo óxide de estaño hidrosulfurado y dorado. Así se ve que Pelletier se ha valido de la propiedad oxidante de los ácidos sulfúrico y nítrico sobre el estaño para favorecer la union de este óxide con el azufre, y preparar el compuesto brillante y áureo, que conocemos largo tiempo ha baxo el nombre de *oro mosayco*.

§ 2 El ácido muriático concentrado y humeante obra bien sobre el estaño, y es el ácido que mejor le disuelve. Esta disolucion se verifica aun en frio, ó con ayuda de un calor suave: el ácido pierde inmediatamente su propiedad de humear, y aquel color amarillo que tiene regularmente: esta descoloracion por medio del estaño, y por otros cuerpos ansiosos de oxígeno, nos da una nueva prueba de que el color de este ácido depende de un poco de ácido muriático oxigenado. La leve efervescencia que se nota durante esta operacion es debida á la descomposicion del agua y al desprendimiento de un gas hidrógeno fétido, cuya naturaleza aun no conocemos, y cuyo exámen será acaso algun dia origen de descubrimientos felices sobre la composicion del ácido muriático. Yo sospecho que el gas oloroso y fétido que se desprende en esta operacion, es gas hidrógeno, que tiene estaño en disolucion aeriforme. El ácido muriático puede tomar de esta suerte mas de la mitad de su peso de estaño. La disolucion es amarillenta, y no se forma en ella poso ni precipitado alguno como en las que se obran por los ácidos sulfúrico y nítrico. Evaporada da prismas delgados en forma de agujas brillantes y regulares, algo deliquescents, y que despues de haber

atraído la humedad se secan. El ciudadano Baumé, que ha hecho esta combinacion muy en grande para los tintoreros, ha observado que quedaba cerca de un sesenta y seis avo del peso del estaño de un polvo gris insoluble, que no ha examinado. Comparó el olor fétido que exhala esta disolucion con el de aquellas tierras negras que se sacan de las letrinas antiguas, y notó que se pega á las manos por mas de veinte y quatro horas. Segun él cristaliza esta sal de diversas maneras segun el estado del ácido, ó en agujas blancas, ó en cristales á manera de rosas, análogos á los del sulfato de sosa, ó en pequeñas escamas de un blanco perlado. El ciudadano Monnet asegura que destilada esta disolucion, pasa en vapor, y da un líquido humeante. Macquer ha visto una disolucion muriática de estaño cristalizar en el invierno, derretirse en el verano, y deponer con el tiempo un óxide blanco. Los álcalis precipitan del muriate de estaño un óxide blanco muy abundante, que vuelven á disolver si se les aplica con exceso: la disolucion alcalina es de un amarillo obscuro. El sulfureto de amoníaco precipita esta sal en polvo parecido á heces de vino, que al secarse se ennegrece, y que por la destilacion da amoníaco y oro mosayco. El sulfureto de potasa forma un precipitado amarillo, que destilado da ácido sulfuroso y azufre, pasando en su parte fixa á óxide de estaño hidrosulfurado ú oro mosayco. Su óxide precipitado por la sosa, y destilado con su peso de azufre, da gas ácido sulfuroso, azufre, y dexa un residuo de oro mosayco. Estos tres últimos resultados se deben á Pelletier, que se ha servido de ellos para confirmar su opinion sobre la fuerte oxidacion del estaño en este hidrosulfureto dorado.

53 El mismo químico ha publicado, en el mes de Marzo de 1792, una serie de indagaciones y descubrimientos mucho mas importantes sobre la disolucion muriática de estaño. Le ha movido á ello la importancia de esta preparacion para los tintes, y la diversidad de efectos que se logran segun el método que para ello se sigue, evitando así las incertidumbres que ántes resultaban con este exámen del estado y causas de las variedades de esta disolucion. Su

trabajo ha esparcido mucha luz sobre esta materia, y contribuido á los progresos de la doctrina neumática. Ha hecho primeramente una disolucion de estaño cõn este metal laminado y corrado en pedacitos, sobre los quales ha vertido en un matraz quatro veces su peso de ácido muriático concentrado bien puro; y colocando este vaso sobre un baño de arena, calentado por grados, logró una disolucion completa. Con esta disolucion hizo un gran número de experiencias, todas las quales prueban que es susceptible de absorver con actividad el oxígeno á una multitud de cuerpos, y de pasar al nuevo estado de muriate sobreoxigenado de estaño gozando de propiedades nuevas, y entre otras de una qualidad muy superior para la mayor parte de las operaciones de los tintes. He aquí la lista de sus descubrimientos en esta parte.

A. La disolucion muriática de estaño absorve con calor el gas ácido muriático oxigenado que pierde su olor, y la hace mudar de naturaleza.

B. Hace una violenta efervescencia con el ácido nítrico, desprende mucho gas nitroso, y muchas veces es arrojada fuera del vaso por esta adicion.

C. Se vuelve roxiza por el ácido sulfuroso, y depone óxide de estaño sulfurado amarillo, de un color primoroso.

D. Ennegrece y convierte en metal al ácido arsenical, azulea, y hace pasar al estado metálico los ácidos molíbdenico y túnstico, el tunstate de cal y de amoniaco, robando el oxígeno á estos dos ácidos.

E. El óxide roxo de mercurio y el muriate sobreoxigenado de mercurio, puestos en esta disolucion, la ceden tambien su oxígeno, y pasan al estado metálico.

F. Lo mismo sucede con el óxide blanco de antimonio, con el de zinc y el de plata.

G. Descompone la disolucion de oro, y precipita la *púrpura de Cassio*, robando el oxígeno que hacia disoluble este metal, lo que no hace quando está saturada de oxígeno.

H. En fin, absorve inmediatamente el gas oxígeno, y pasa al mismo estado que tendria si se hubiese

mezclado con ácido muriático oxígeno, lo que movió á Pelletier á mirarla como muy á propósito para que determinen por ella los químicos la cantidad de gas oxígeno, contenida en un fluido aeriforme.

I. Ha propuesto hacer la composicion para los tintes cargando la disolucion de estaño de gas ácido muriático oxígeno; ha observado que esta disolucion absorve este gas casi hasta la mitad del peso del estaño que ha disuelto. Despues se ha de calentar sobre un baño de arena para separar la porcion de ácido muriático libre, que contiene despues de la absorcion.

54. Los resultados de estas interesantes experiencias se han hallado conformes con otras indagaciones igualmente curiosas, y concordantes con la doctrina neumática, que el ciudadano Adet habia hecho, quatro años hace, sobre una especie de muriate de estaño humeante, llamado *licor de Livabio*, del nombre de su autor. Aunque este singular producto sea resultado de la descomposicion del muriate sobreoxígeno de mercurio por el estaño, tiene demasiada relacion con el que se acaba de explicar, para que no presentemos aquí la preparacion y las propiedades comparadas de las dos disoluciones muriáticas, que acabo de citar. Ha habido ya tantas ocasiones de reconocer la fuerte atraccion del estaño con el oxígeno, que no será necesario explicar la teoría de esta descomposicion. Triturando partes iguales de muriate de mercurio corrosivo, y una amalgama hecha con dos partes de estaño y una de mercurio, destinada á dividir el primero de estos dos metales, y destilando esta mezcla en una retorta de vidrio á un calor muy suave, pasa primeramente un líquido sin color, y despues sale con una especie de explosion, y de un golpe, un vapor blanco espeso, con que baña al recipiente á manera de una capa muy delgada. Este vapor se condensa en un líquido transparente, que despide al ayre libre un humo blanco pesado muy abundante, y este es el *licor humeante de Livabio*, ó el muriate sobreoxígeno y humeante de estaño. Encerrado este líquido en un frasco no esparce vapor visible; no obstante depone en lo alto del



vaso que le contiene cristales en forma de agujas, que tapen muchas veces su boca estrecha, y tambien se precipita una porcion de ellos al fondo del líquido.

55 Al ayre libre humea mucho, y despide un olor acre, que causa tos; lo qual es un vapor debido á la humedad atmosférica, que obra una precipitacion de óxido de estaño. Sin embargo el agua no precipita este muriate de estaño humeante líquido; porque, quando se le vierte en el agua, produce un ruido semejante al que ocasiona el ácido sulfúrico concentrado; se separa inmediatamente en burbujas transparentes, que escapan de la mezcla, y vienen á romperse á la superficie del agua en un gas que blanquea al contacto del ayre. Agitando el agua se las disipa mas pronto, y el líquido no humea mas. Macquer dice que, extendido en mucha agua el líquido humeante, precipita un óxido de estaño en pequeños copos blancos. El residuo de la destilacion de este muriate sobreoxigenado y humeante de estaño presenta tambien varios fenómenos interesantes, que Rouelle el menor describió muy bien. El cuello y paredes de la retorta se cubren de una costra gris y blanca, que contiene un poco de muriate humeante, y ademas otro muriate de estaño concreto, que se llamaba en otro tiempo *estaño corneo*, muriate mercurial dulce y azogue vivo. El fondo del vaso contiene una amalgama de mercurio y de estaño cubierta de muriate de estaño sólido, de color blanco gris, que puede volatilizarse por un calor mas fuerte que el que es necesario para conseguir el muriate humeante. Tratando de nuevo en la retorta el muriate de estaño sólido se derrite y separa en dos capas, una negra é inferior, y otra blanca, análoga al primer muriate sublimado en forma de estaño corneo. Segun este por menor se ve que en la operacion del *licor humeante de Livabio* el estaño roba el oxígeno al mercurio, y se distribuye en varios óxidos mas ó ménos cargados desde el principio que forman diversas combinaciones con el ácido muriático.

56 El ciudadano Adet ha sujetado el *licor humeante de Livabio* á varias experiencias que le han dado á cono-

cer exáctamente su naturaleza: las principales son las siguientes.

A. Poniendo este líquido en agua se desprenden por una verdadera efervescencia ampollas de gas ázoe, cuyo origen no es fácil determinar, ni el autor mismo tampoco procuró conocer.

B. Combinado con el agua en la proporcion de cosa de un tercio del peso de este líquido, ó en la razon de 7 á 22, el líquido humeante forma un cuerpo sólido, fusible al fuego, congelable por el frio, y semejante á lo que los químicos llamaban en otro tiempo *manteca de estaño*.

C. Este muriate humeante de estaño extendido en agua disuelve el estaño sin efervescencia, sin movimiento, sin producción ni desprendimiento de gas hidrógeno, y da una sal en todo semejante á la de la disolucion inmediata del estaño en el ácido muriático (8).

57 El químico citado infirió de estas experiencias que el líquido humeante es un compuesto de ácido muriático, dispuesto á tomar el estado aeriforme y de óxide de estaño sobreoxigenado, que es respecto á la disolucion ordinaria muriática de estaño; lo que el muriate de mercurio corrosivo respecto al mercurio dulce; y en una palabra, que es un muriate sobreoxigenado de estaño. Pelletier, segun sus experiencias, infirió por su parte que la disolucion muriática de estaño, cargada de gas ácido muriático oxigenado, á quien descompone robándole el oxígeno, y privada del ácido muriático en exceso, que contiene con auxilio del calor, es enteramente parecida al líquido humeante extendido en agua; y se ve que ha llegado al mismo resultado que el ciudadano Adet por experiencias hechas á la inversa. Dice que la disolucion sobreoxigenada y muriática de estaño, preparada por su método, cristaliza por la evaporacion, y se sublima del todo como el muriate de estaño humeante, mezclado con agua. Otras observaciones posteriores confirmarán el conjunto de esta teoría sobre los dos muriates de estaño, cuyas diferencias y propiedades acabo de exponer. Es tanta verdad que la disolucion muriática de estaño debe su propiedad de preci-

pitarse el oro de color de púrpura á su tendencia á robarle el oxígeno, que expuesta al ayre algun tiempo despues de su preparacion, pierde esta propiedad en razon del oxígeno atmosférico que ha absorbido, de donde se sigue que las miras con que se debe preparar esta disolucion, quando se la destina para la precipitacion y avivamiento de los colores, ó para precipitar el oro de su disolucion en óxido purpurado, son verdaderamente inversas, como demostraré en el artículo de este último metal.

58 Las limaduras de estaño, puestas en el gas ácido muriático oxigenado, se inflaman y oxídan fuertemente. Este ácido líquido oxída y disuelve al estaño sin movimiento ni efervescencia. Se puede hacer, segun las proporciones recíprocas de estos dos cuerpos, ó muriate sencillo, ó muriate sobreoxigenado de estaño, el primero de los quales precipita al oro de color de púrpura, y absorbe eudiométricamente el oxígeno atmosférico, al paso que el segundo ninguna de estas propiedades nos ofrece. De este modo se confirma con un solo hecho toda la teoría que expuse mas arriba.

59 El ácido nitro-muriático, sobre todo el que se hace con una parte de ácido nítrico y dos ó tres de ácido muriático, disuelve fácilmente el estaño, y aun se puede decir que este ácido mixto ha sido casi siempre mirado como su verdadero disolvente: en este caso se excita un vivo calor, el qual se disminuye sumergiendo el vaso en agua fria: para tener una disolucion permanente se echa el metal por partes, y se espera á que esté disuelta una ántes de poner la otra; de esta manera el ácido nitro-muriático puede disolver la mitad de su peso de estaño. Es fácil de comprehender, por lo que hemos dicho arriba, que esta disolucion debe variar segun la proporcion de los dos ácidos empleados, y que puede estar mas ó menos oxigenada, segun la cantidad de ácido nítrico que se mezcla; y de aquí nace la diferencia de efectos que presenta tan frecuentemente esta disolucion en las artes en que se emplea, segun el método de prepararla; casi siempre es colorada, y á veces forma una materia blanda y gelatinosa por

el enfriamiento; con el tiempo toma mayor solidez, algunas veces es transparente, otras blanca y medio lechosa como un opalo; no tiene la fetidez de la disolucion muriática sencilla, ni presenta esta concrecion gelatinosa mas que quando está cargada de óxide de estaño. Sin embargo la sucede con bastante frecuencia no tomar esta forma viscosa y medio concreta mas que añadiendo la mitad de su peso de agua; entónces es siempre algo opaca, lo que depende, segun dixo Macquer, de la precipitacion de una parte de su óxide: si se la calienta un poco mas presenta esta disolucion una efervescencia que anuncia una nueva accion recíproca de sus principios, y una oxidacion mayor del estaño. Despues de este fenómeno es quando toma la forma de una jalea transparente; y es claro que entónces queda el muriate de estaño sobreoxigenado.

6o El ácido fosfórico casi no tiene accion sobre el estaño baxo la forma líquida y en frio. Los fosfates disolubles, echados en el muriate de estaño, dan un precipitado de fosfate de este metal. El ácido fosfórico vidrioso, calentado con la mitad de su peso de estaño, se descompone formando por una parte fosfate de estaño vitrificado, y por otra fosforeto de estaño semejante al que se hace por la adicion inmediata del fósforo al estaño fundido. Pelletier, que ha dado á conocer esta combinacion, infiere de aquí que el estaño tiene mas atraccion con el oxígeno que el fósforo. Pero hay aquí un equilibrio de combinacion, por un lado entre una porcion de estaño oxidado y el ácido fosfórico vidrioso, y por otro entre una porcion de fósforo separado del ácido fosfórico y el estaño metálico, equilibrio que se establece en el momento en que se forma cada uno de estos compuestos; y no se puede dudar que esta doble combinacion no sea la causa de la descomposicion limitada del ácido fosfórico. Apénas se ha examinado todavia la accion del ácido fluórico sobre el estaño, y aun se la ha creido tan débil que se han propuesto las retortas de estaño para destilar este ácido; y así anuncia el ciudadano Puymaurin de Tolosa en su Memoria sobre el arte de emplear este ácido para grabar el cristal, que se sirvió

de vasos de este metal para tratar el fluato de cal con el ácido sulfúrico. Este ácido se une al óxido de estaño por una doble atracción quando se vierte una disolución de un fluato soluble en la de este metal por el ácido muriático. El ácido borácico se combina tambien con él solo por este método, y forma un borate indisoluble. El ácido carbónico no obra efecto alguno sensible sobre el estaño, ni baxo la forma de fluido elástico, ni baxo la de líquido; sin embargo se une con su óxido quando se precipita el muriate de estaño por un carbonate alcalino; y así quando volvemos á disolver en un ácido este carbonate de estaño blanco, notamos efervescencia. Se ha creído que esta sal existia en la naturaleza; pero ningún hecho positivo lo ha probado todavía.

61 Los ácidos metálicos son todos capaces de ser descompuestos por el estaño, que tiene mas atracción, sobre todo auxiliado del calor, que sus metales con el oxígeno. Pero estos ácidos se unen con el óxido de estaño, y forman con él sales pulverulentas, poco ó nada solubles, cuyas propiedades no se han examinado todavía. Podemos sospechar que estas sales existen en la naturaleza, aunque todavía no se las ha encontrado entre los fósiles.

### I. *Acción sobre las bases y las sales.*

62 El estaño presenta poco mas ó menos iguales fenómenos que el zinc tratado con los álcalis cáusticos; sin embargo es algo ménos alterable por estas bases que este último metal, y no da gas hidrógeno como él; porque, aunque muy oxidable, lo es mucho ménos que el zinc; pero si el estaño es poco alterable en su estado metálico por los álcalis, se combina mucho mejor con ellos en su estado de óxido. Ya he hablado de esta combinación en el artículo de los ensayos y en el de las disoluciones por los ácidos. La union del óxido de estaño con los álcalis fijos se hace por la vía seca igualmente que por la húmeda; tambien se verifica con el amoníaco líquido, auxiliado del calor; pero se ha de observar que no se executa bien sino

quando el óxide de estaño está muy dividido, como se halla en el momento en que se precipita; porque si está denso, y presenta una fuerte agregacion entre sus moléculas, que es como se halla en la mayor parte de sus minas, es menester emplear la via seca para unirle con los álcalis fixos puros.

63 El óxide de estaño se combina con las tierras por la fusion; y se vitrifica con ellas auxiliado de un álcali fixo formando una composicion opaca, que se llama esmalte. La blancura que tiene este óxide bien puro, y la opacidad que comunica al mismo tiempo al vidrio, hacen que se mire como-basa del esmalte: los químicos han creído por lo que hace á esta composicion que no sufriendo una verdadera vitrificacion el óxide de estaño, se esparcia uniformemente entre las moléculas del vidrio, enturbiaba su transparencia, y quedaba diseminado como el almidon en un lienzo almidonado (9).

64 La mayor parte de las sales son mas ó ménos descomponibles por el estaño en razon de su fuerte atraccion con el oxígeno. Todos los sulfates calentados con este metal son mas ó ménos pronta y fácilmente convertidos en sulfuretos. Calentando en un crisol partes iguales de sulfate de potasa y de este metal he logrado una masa fundida verdecina, que nada tenia de metálico, y era un verdadero sulfureto de potasa *estañífero*. Igual fenómeno se verifica, como se ha visto, con el antimonio y el zinc, é indica en estas tres materias metálicas una fuerte tendencia á unirse con el oxígeno, y á descomponer el ácido sulfúrico. En el siglo último ya habia hecho Glauber esta observacion sobre el sulfate amoniacal.

65 Todos los nitrates queman el estaño con mas ó ménos fuerza y prontitud, y con ayuda del calor: para esto se suele fundir y enrojecer un poco el estaño en un crisol, y echar encima nitro ó nitrato de potasa muy seco: levántase del crisol entónces una llama blanca y brillante, y concluida la detonacion y la llama, queda el estaño enteramente oxidado. Se hace todavía mejor esta oxidacion mezclando limadura fina de estaño con tres partes de ni-

tro, y echando el mixto en un crisol *rusiente*. Despues de esta operacion queda un óxide de estaño muy blanco, que en parte se halla unido con la potasa. Haciendo lexía de este residuo, el agua se lleva el álcali fijo combinado con un poco de óxide, que se puede precipitar por un ácido: tambien se halla en esta lexía un poco de nitrato de amoníaco formado por la descomposicion simultánea del ácido nítrico y del agua, y semejante á la sal que Bayen sacó de la locion del óxide de estaño formado por el ácido nítrico (10). Geoffroy observó que el óxide gris de estaño detona con el nitro, lo que prueba que este óxide no está saturado de oxígeno, y que ansía aun por absorverle. Por eso descompone este óxide al nitro en una retorta, y desprende de él ácido nitroso, como vió Pelletier; y el óxide que resulta de esta descomposicion es susceptible de dar oro mosayco con el azufre á causa de su fuerte oxidacion, quando el óxide gris no. El nitrato de potasa no se descompone por el óxide blanco de estaño, que llamaban en otro tiempo flor de estaño, y es el producto de la completa oxidacion ó combustion de este metal.

66 Algunos químicos han asegurado que el estaño descompone el muriato de sosa, mas no han citado experiencias exáctas en apoyo de esta asercion. En quanto á lo demas descompone muy bien al muriato amoniacal en razon de la volatilidad de su base reunida á la fuerte accion del ácido muriático sobre el metal. Bucquet ha hecho esta experiencia con cuidado, y destilando el muriato de amoníaco con la mitad de su peso de limaduras de estaño en una retorta de vidrio, ha sacado mucho gas hidrógeno mezclado de gas amoníaco. Esta descomposicion jamas es completa, porque el estaño se funde y reune en boton dentro de la retorta. El residuo de esta operacion es un muriato de estaño sólido, descomponible por el agua, y semejante al que da la destilacion del muriato de mercurio corrosivo y de estaño, de que hemos hablado mas arriba.

67 El óxide de estaño sulfurado dorado ú oro mosayco se prepara descomponiendo el muriato de amoníaco por el estaño, y añadiendo azufre á esta descomposicion.

Desde Kunquel, que es el primero que ha descrito con claridad esta operacion y su singular producto, se ha seguido constantemente su método, que consiste en calentar en una retorta una mezcla de partes iguales de estaño y mercurio amalgamados, muriate de amoníaco y azufre. Bullion ha hallado que se podia disminuir un poco la proporcion del azufre, y aun mas la del muriate de amoníaco. Pelletier, que ha repetido el método de Bullion, ha logrado en efecto un oro mosayco bellísimo calentando ocho partes de estaño unidas á ocho de mercurio, con seis de azufre y quatro de muriate de amoníaco. Este buen químico ha observado que en esta operacion se desprendia gas hidrógeno sulfurado, sulfureto de amoníaco y muriate de estaño; que el estaño oxidado, y unido al azufre, constituia el oro mosayco; que una parte de esta combinacion formada por las materias en vapor se deponia en cristales laminosos hexangulares sobre las paredes y cuello de la retorta; que el oro mosayco no era volátil por sí mismo; que á un fuego fuerte se descomponia, daba ácido sulfuroso, y pasaba de nuevo al estado de sulfureto de estaño; que se podria fabricar este producto calentando el sulfureto de estaño con partes iguales de azufre y amoníaco; que se conseguiria igualmente con partes iguales de sulfureto de estaño y de muriate sobreoxigenado de mercurio caliente; que este compuesto contenia 0,60 de óxide de estaño y 0,40 de azufre, mientras que en el sulfureto de estaño habia solo 0,20 de azufre unidos á 0,80 de estaño metálico; que calentado con carbón el óxide de estaño sulfurado se descomponia, daba gas ácido carbónico con gas hidrógeno sulfurado, y se reducía al estado de sulfureto de estaño perdiendo azufre y oxígeno; que este oro mosayco mas bien se avivaba en su color, que se alteraba por el ácido muriático, al paso que el sulfureto de estaño era atacado vivamente por este ácido; en fin, que para preparar este compuesto brillante se podia substituir con ventaja á las retortas, que todos gastaban hasta entónces, un crisol lleno de la mezcla en las proporciones indicadas por Bullion hasta el tercio de su altura: á una pulgada mas arriba encajaba



una tapa combada de barro, que entraba bien en el crisol; cubria el vaso con otra segunda tapa enlodada; ponía este crisol en otro mayor lleno de arena, y hacia calentar este aparato en un horno por ocho ó diez horas, dándole el temple necesario para sublimar el muriate de amoníaco. Roto el crisol, presentaba sublimada una parte de esta sal, y baxo una materia negruzca, el oro mosayco en masa y de un bellissimo color. Decia que la materia negra podia servir tambien para otras operaciones.

68 Este método, segun nota Pelletier, es mucho mas fácil, y sobre todo mucho ménos costoso que el antiguo. Quatro partes de estaño dan cinco de óxide sulfurado de color de oro, el qual sirve ya para adornos ó decoraciones, ya para frotar los coginetes de las máquinas eléctricas. Estos importantes resultados del trabajo de Pelletier, reunidos á otros varios que he expuesto en algunos números anteriores, completan la historia del oro mosayco. Yo únicamente he añadido que este compuesto no es un simple óxide de estaño sulfurado, sino que tambien contiene hidrógeno, como lo prueban todas las experiencias de este químico, y he aquí por que he llamado mas arriba al oro mosayco *óxide de estaño hidrosulfurado* (11).

69 Los muriates sobreoxígenados alcalinos, y sobre todo el de potasa, que es el único que se conoce bien, y se ha empleado hasta aquí para las experiencias, quema, inflama y oxida mucho mas fuertemente al estaño que los nitrates. Tres partes de esta sal, mezcladas con una de estaño en polvo fino, arden rápidamente al contacto de un combustible encendido. Esta combustion se hace con una llama viva y pronta, y el estaño queda reducido á vapor como por la chispa eléctrica, quando la experiencia se hace al ayre. Si se hace en vasos cerrados nos suministra un medio de tener óxide de estaño muy puro, y de conocer exáctamente la cantidad de oxígeno, que contiene despues de lavar el residuo, locion que no se lleva mas que el muriate de potasa sin partícula alguna de óxide. Quando se hiere con un martillo el mixto de muriate sobreoxígenado de potasa y de estaño fulmina con grande

estrépito, y forma una ancha aureola luminosa en la obscuridad (12).

70 El estaño descompone un gran número de sales y disoluciones metálicas, sea precipitando los metales baxo su forma brillante y metálica quando les quita todo el oxígeno que contienen, ó sea separándoles en estado de óxidos ménos oxigenados que lo que estaban; y en este último caso ó bien se precipita con ellos formando dobles óxidos, ó bien toma su lugar en los ácidos de donde los ha separado. Por qualquiera de estos tres efectos produce fenómenos muy notables, de que los químicos sacan á veces un gran partido en sus análisis, y de que las artes se aprovechan para dar origen á muchos productos útiles.

#### K. Usos.

71 Los usos del estaño son muchos y varios, y se puede decir que en la sociedad no hay metal mas útil ni mas importante que este. De él se hacen vasos de todas especies, y moldes para muchas artes. Sirve para formar cajas y vasijas empleadas en una multitud de circunstancias: de él se fabrican cañones de órgano, y él es la base de la aleacion de aquellas planchas sobre que se graba la música: se adornan y cubren con él decoraciones muy brillantes, y se le aplica á un gran número de máquinas de física; sobre todo á las que sirven para los experimentos eléctricos.

72 Sus aleaciones no son ménos indispensables para las necesidades de los pueblos: su amálgama se emplea para azogar los espejos: se gasta para soldar. Se le aplica sobre el cobre para estañar su superficie; y aleado íntimamente con este último metal sirve para fundir estatuas, campanas, cañones y medallas: entra tambien en la composicion de las láminas que sirven para las impresiones estereotipas. Los peltreiros le mezclan con el bismut, el antimonio, el plomo y el cobre para darle consistencia y dureza, y formar con él todo género de utensilios. En general entra en muchas aleaciones blancas, mas ó ménos

dúctiles ó quebradizas, duras ó blandas, fusibles ó refractarias &c.

73 Sus óxides, baxo el nombre de *poteas*, sirven para pulimentar muchos cuerpos duros: se les funde con óxide de plomo, arena y álcalis fixos para fabricar el esmalte, y vidriados de la talavera y porcelana, los vidrios opacos y las falsas piedras preciosas semitransparentes. El muriate de estaño sirve para preparar el bello color de púrpura, llamado *precipitado de Casio*, de que hablarémos en el artículo del oro: el muriate sobreoxigenado de estaño es uno de los ingredientes y mordientes mas preciosos para los tintes baxo el nombre de *composicion*: no es ménos útil en las pinturas de telas; y su uso ha hecho hacer inmensos progresos á las artes, que son hoy en el día como prendas de la prosperidad y riqueza de las naciones cultas. A él se deben los brillantes matices de la escarlata y de los colores punzó y de fuego, y algun día se extenderán mucho mas sus propiedades ventajosas.

74 El uso del estaño en la cocina, en la Farmacia, y en todas las necesidades de la vida, ha sido falsamente mirado como peligroso por las erróneas experiencias de Geoffroy y Margraff. Está probado, como he hecho ver, que nada contiene del arsénico que estos químicos admitían en él, y sobre cuya presencia se han engañado notablemente, como resulta de las investigaciones concluyentes de Bayen. Dexémonos pues de estos miedos vanos, y no demos oídos á las declamaciones engañosas, que tantas veces se han repetido de cincuenta años á esta parte sobre este metal. Schultz en su excelente disertacion sobre el uso de los vasos de metal en la preparacion de los alimentos y medicamentos, habia vengado en alguna manera al estaño de las absurdas calumnias que le habian imputado, y las experiencias del químico frances que he citado, han añadido á los discursos y aserciones de Schultz una fuerza y autoridad que nada debilitará en adelante.

75 Así, á pesar del anatema que algunos hombres engañados por sus falsas tentativas, lanzáron contra este metal, varios médicos le propusieron y empleáron con felici-

dad en las enfermedades del hígado, de la matriz, y en las afecciones verminosas. La Poterie preparó con él su antihéctico, que durante muchos años corrió con grande aceptación, y no era mas que una lexía de los óxides de antimonio y estaño formados por la detonacion con el nitrato de potasa, es decir, una disolucion de potasa que contenia una porcion de estos óxides. Los aldeanos acostumbran dexar por veinte y quatro horas vino azucarado en una vasija de estaño, y dar un vaso de esta bebida á sus hijos atacados de lombrices. Navier ha visto arrojar treinta lombrices *estronglas* á una niña de diez y seis años, que se administró este remedio. En Edimburgo y en Inglaterra se da el polvo de estaño en las enfermedades verminosas, el qual se hace moliendo en un mortero este metal fundido, é impidiendo de esta suerte el que se cuaje en una sola masa, y pasándole despues por un cedazo fino. El estaño en este país es un remedio muy comun, y cuyos efectos se alaban mucho.

## ARTICULO XVII.

### *Del plomo.*

#### A. HISTORIA.

**L**o propio viene á suceder con el plomo que con el estaño: es una de las materias metálicas que ha conocido primero el hombre, y que parece traer su fecha de los primeros tiempos de la civilizacion. La época de su primer uso se pierde en la obscuridad de las edades primitivas, y los autores mas antiguos hablan de él como de un metal empleado desde tiempo inmemorial. La tradicion de los pueblos mas remotos tampoco conservaba nada, al parecer, acerca del origen del descubrimiento del plomo. Plinio habla de él baxo el nombre de plomo negro; y aunque no conoció mas que una muy pequeña parte de sus propiedades, le distinguió bien del estaño, con el qual nota que ya le mezclaban para malear este último; pero ménos nos admirarémos de la antigüedad de los usos del

plomo, que de la del descubrimiento del estaño, si comparamos la abundancia de minas del primero y facilidad de su reduccion, con la escasez y dificultad de beneficiar las del segundo.

2 En la alquimia se comparó el plomo á Saturno, no solo porque se le creyese el mas antiguo de los metales, y como el padre de los demas, sino tambien porque se le reputaba por muy frio; y porque se le atribuia la propiedad de absorver y destruir en apariencia á casi todos los metales, á la manera que la fábula decia que Saturno, padre de los Dioses, se habia comido sus hijos. El signo del plomo, igual al del planeta Saturno representado por la media luna en la parte inferior á la derecha, y superado á la izquierda por la cruz, imagen de la virtud corrosiva y ácida, significaba segun los alquimistas, que á pesar de ciertas analogías secretas con la plata, casi todo él era corrosivo, lo que comprobaba segun ellos, su accion nociva y como narcótica sobre la economía animal. Es uno de los metales que los alquimistas han atormentado mas á su modo, y sobre el qual han dado á la alquimia mas operaciones y experiencias. Tuviéron la pretension de convertirle en plata, y aun es uno de aquellos sobre los quales, si les damos crédito, tenian mas eficacia sus *polvos de proyeccion*.

3 A los singulares y miserables trabajos de los alquimistas sobre el plomo sucediéron los de los farmacólogos, que se propusieron el objeto no ménos químico, aunque sí mas útil y filosófico, de refrenar las propiedades dañosas de este metal y hacerle precioso en el arte de curar. Sus esfuerzos, sin ser del todo infructuosos, no tuvieron el éxito que deseaban. Las preparaciones del plomo háganse como se hagan, no pierden jamas su propiedad de entorpecer y paralizar; jamas se ha podido sacar de él partido mas ventajoso que el de aplicarle como tópico, y aun su administracion exige mucha prudencia, y no debe confiarse sino á sugetos expertos. Mas aunque solo intentaban mitigar la acritud del plomo los primeros químicos que trabajáron sobre él como objeto de farmacia, le reconocieron

muchas propiedades, y contribuyéron en gran parte á su historia química y filosófica.

4. Los autores de obras sistemáticas de Química se han aprovechado de sus varios trabajos preliminares para determinar las propiedades especiales y características del plomo. Cada uno de estos, y sobre todo los que han compuesto sus tratados con arreglo á las demostraciones experimentales que han hecho sobre la ciencia, ha enriquecido la historia del plomo con algunos descubrimientos ó alguna serie de indagaciones ó ensayos que le son peculiares, y así se ven aumentarse poco á poco los pormenores de las operaciones, experiencias y resultados sobre el plomo en las obras sucesivas de Barner Bohnio, Sthal, Boerhaave, Juncker, Shaw, Macquer, Walerio, Spielman, Cartheuser, Baumé, y sobre todo en los tratados mas modernos de Waserberg y de Gren, que á las experiencias de sus predecesores han añadido las suyas propias.

5. Los mineralogistas, los docimastas y metalurgistas han concurrido tambien por su parte á completar la historia de las propiedades químicas del plomo, y en esta atencion es uno de los metales que han sido mejor estudiados y conocidos por lo que hace á sus ensayos y beneficio; y aunque así como el estaño no ha tenido historiador particular y monógrafo que á lo ménos le haya tratado químicamente, se halla en la Bibliografía química un gran número de disertaciones sobre algunas de sus propiedades ó de sus combinaciones, ó sobre alguna parte de sus usos tan multiplicados é importantes. Se ha tratado con especialidad de sus ensayos, de sus disoluciones, de sus óxides y de sus aleaciones con otros metales considerados principalmente con relacion á las artes.

6. La doctrina neumática ha desentrañado y aclarado mucho las propiedades del plomo. Los físicos han dirigido su primera atencion hácia este metal con motivo del aumento de peso de su óxide, é indagado la causa de su aumento, la diferencia de diversos óxides que suministra, la teoría de su reduccion por el carbon, la accion de los ácidos sobre este metal, el modo de alterarse por las sales,

los caracteres y composicion de sus minas, y sobre todo las diversas sales nativas que las componen. Los efectos de sus óxides sobre algunas substancias salinas han sido fuente de muchos descubrimientos modernos, que haciendo mas exâcta su historia particular, han concurrido á fortificar y confirmar tambien las basas de la doctrina neumática. La nueva claridad con que hoy se conocen las propiedades químicas de este metal, se debe con particularidad á las últimas investigaciones de D. Luis Proust, Catedrático de Química en Madrid, y del ciudadano Vauquelin sobre los diversos óxides de plomo, y sobre su accion en la descomposicion de las sales.

### B. *Propiedades físicas.*

7 El plomo, que hace algunos años se le miraba como un metal vil y baxo, é imperfecto, es de un color gris poco brillante, y tiene un viso de azul. En esta propiedad no se asemeja á ninguna otra substancia metálica: su color es cárdeno y triste, como que parece anuncia sus qualidades peligrosas; y en vez de atraer á sí la vista como los otros metales, la ofende y repele en alguna manera dando lugar á que formemos de él la idea de un ser malféfico.

8. La gravedad del plomo es bastante considerable comparada con la de los demas metales: es el quinto con respecto á esta propiedad, y se coloca entre el mercurio que es mas pesado, y la plata que es algo mas ligera que él: así se expresa por el número 11,352, siendo el agua 1,000. Es el ménos dúctil y sonoro de los metales del quarto género, se dexa laminar, y se aplasta pronto al martillo, en cuya operacion se templea poco. Es bastante blando para que se le pueda rayar con la uña, cortarle con el cuchillo, y doblarle en todos sentidos. Su tenacidad es la menor de los metales: un hilo de plomo, de un décimo de pulgada de diámetro, solo sostiene, sin romperse, un peso de 29 lib ras.

9 El plomo es un buen conductor del calórico sin ser

en extremo dilatable. Se funde á un calor débil é inmediatamente despues del mercurio, el estaño y el bismut, de manera que ocupa el quarto lugar en órden á la fusibilidad. El ciudadano Guyton la regula por los 250 grados del termómetro de Reaumur. Quando se le tiene fundido y rusiente por largo tiempo se sublima y convierte en humos, pero para esto exíge un alto temple: si se le hace enfriar lentamente cristaliza en pirámides quadrangulares, formadas todas, segun parece, de octaedros, que es como el ciudadano Mongez el jóven le ha obtenido primero que nadie: quando se hace esta operacion se nota que sale mucho mejor, haciendo fundir varias veces de seguida el plomo, lo propio que acontece con el estaño.

10 Este metal es conductor de la electricidad y del galvanismo; pero estas dos propiedades las tiene, al parecer, en un grado muy débil. Tiene un olor particular y algo fétido, y un sabor desagradable y acre, produciendo sin duda sobre la economía animal la accion de paralizar y adormecer qué sabemos, en razon de esta propiedad.

### *C. Historia natural.*

11 El plomo es uno de los metales cuyas minas son mas varias y abundantes en la naturaleza, y del qual hay muchas en Francia, Alemania, Inglaterra &c. Los mineralogistas han descrito un gran número de especies; pero la mayor parte de ellos las han confundido y mezclado con otras pertenecientes á otros metales, ó tomado sus variedades por especies, y multiplicado así los seres sin necesidad; por esta razon vemos que han distinguido tantas especies en los sulfuretos de plomo, como metales diferentes hay combinados con el azufre á una con el plomo; pero miéntras ellos multiplicaban de esta manera las especies por propiedades, que no debian darles mas que variedades, la ciencia hacia verdaderos progresos en el descubrimiento de nuevas minas de plomo, mucho mas diferentes de las primeras especies conocidas que algunas colocadas ya entre ellas; de aquí aquellos claros que se encuentran



en todos los autores sistemáticos de mineralogia. Bergman, por exemplo, en 1780 no distinguia aun mas que tres minas de plomo, á saber, el sulfureto, el carbonato y el fosfate.

12 Aunque la existencia del plomo nativo en estado metálico haya sido admitida por Wallerio y Linneo; aunque Henckel hace mencion de él ántes que ellos en su Piritologia; aunque Gensane en su historia natural de Languedoc dice haberle encontrado en el Vivares, y Kirwan añade á estas autoridades la del descubrimiento de este metal nativo en el pais de Montmont, en Inglaterra, la mayor parte de los mineralogistas, Cronstedt, Justi, Monnet, y sobre todo el ciudadano Haüy, no incluyen este metal nativo entre las especies de minas de plomo. El ciudadano Guyton, en la nota que ha dado sobre el artículo de la docimástica húmeda de Bergman, hace observar que el plomo, hallado por Gensane en el Vivares, estaba en granos sembrados en el óxide, y aun en una escoria vidriosa, lo que prueba, segun él, evidentemente que provenia de una mina reducida por el incendio de algun monte, y no le ha apartado de esta idea ni aun la vista de una muestra de este mismo plomo, que el ciudadano Grosard-Virli cogió en dicho parage; y lo mismo juzga del del pais de Montmont descrito en las Transacciones filosóficas de 1772.

13 Tampoco se han hallado en la naturaleza verdaderas aleaciones del plomo con algunos otros metales, y todavía es un problema la existencia de un óxide de plomo puro; por lo tanto son nulos, con relacion al plomo, tres de los cinco estados que he indicado en la historia natural de los metales: no se le encuentra en la tierra mas que en estado de metal combinado con el azufre, y en el de óxide unido á los ácidos baxo la forma de sal de plomo; y este último estado, aunque ménos abundante que el primero, es el mas freqüente y vario. Reconozco, segun esto, siete especies bien distintas de minas de plomo: 1.º el sulfureto, 2.º el sulfato, 3.º el fosfato, 4.º el arsénite: 5.º el molibdato, 6.º el cromato, 7.º el carbonato.

Indicaré los principales caractéres de cada una de ellas.

14 El sulfureto de plomo nativo es una mina muy fácil de reconocer por su color gris muy brillante y especular, su textura laminosa, su forma cúbica, y su fragilidad. Se le llamaba antiguamente *galena*: es muy abundante, y forma filones continuos en la naturaleza. Se encuentra en cubos aislados ó agrupados en octaedros igualmente aislados, que provienen del decrecimiento de las pequeñas moléculas cúbicas sobre todos los bordes y ángulos á un tiempo; en hojas muy anchas, en hojas estrechas, con textura granugienta, en prismas hexâedros, ó en colunas que parecen de plomo salino, que ha pasado al estado de sulfureto. No hay pedazo ni variedad de sulfureto de plomo que no contenga plata, y aun por eso los mineros agregan á las minas de plata aquellos sulfuretos que estan muy cargados de este precioso metal: tal es principalmente la que Mr. Born ha llamado en su catálogo mineralógico mina de plata gris ó blanca; y la *weisgitig* de los Saxones, en la que Mr. Klaprot ha hallado 0,40 de plomo, 0,20 de plata, 0,12 de azufre, 0,08 de antimonio, 0,02 de hierro, 0,07 de alúmina, y un poco de sílice; mina muy complicada, como se ve, en su composicion, y de que presentarian varios exemplos otras muchas variedades del sulfureto de plomo si se analizasen con igual cuidado. En general se observa que las variedades de esta mina de facetas muy pequeñas, ó de textura granugienta, estan mas cargadas de plata que las demas. Las que se hallan designadas como especies particulares en muchos mineralogistas con los nombres de *galena marcial*, *galena antimonial*, no deben considerarse sino como variedades que difieren únicamente en las proporciones de sus principios, ó la adiccion de algunos metales al sulfureto de plomo; y examinando algun dia con mas atencion sus minas se podrá reconocer que el hierro y el antimonio se hallan solamente interpuestos entre las moléculas del sulfureto, cuya abundancia y predominio obligan por otra parte á colocarlas entre las de este último.

15 El sulfureto de plomo es la mina mas frecuente y

y abundante de este metal: se encuentra en masas y en capas considerables de mas ó ménos profundidad colocadas muchas veces entre dos faxas de cuarzo negro, cargado tambien de plata segun la observacion del ciudadano Dolomieu, y esta es la mina que por lo regular se beneficia para extraer el plomo. El ciudadano Monnet ha visto un sulfureto que crió cierta eflorescencia, se quemó al ayre, y convirtió en sulfato de plomo.

16 El mismo mineralogista es el primero que ha hallado sulfureto de plomo nativo en masa blanca, soluble en diez y ocho veces su peso de agua, ó negruzco, estriado, quebradizo, en estalactitas. El Doctor Withering le ha encontrado tambien despues en la isla de Anglesey en octaedros pequeños y regulares. Es de color amarillo, y se halla junto con el hierro, y mezclado con arcilla. El ciudadano Monnet dixo que era reductible por el carbon, y que provenia de la eflorescencia y sulfatizacion espontánea de ciertos sulfuretos ó *piritas* de plomo agrias; pero el de Mr. Withering ni se reduce al soplete ni por el carbon. Mr. Gahn, químico y médico sueco, discípulo de Bergman, es el primero que ha descubierto el fosfato de plomo verdecino del Brisgaw. Mr. Tenant ha confirmado el descubrimiento de Gahn. Mr. Klaprot ha encontrado en el plomo de Brisgaw casi 0,19 de ácido fosfórico y 0,73 de plomo (13). Habiendo llegado á manos del ciudadano Gillet Laumont unos cristales de plomo amarillento, llamado plomo espático de Huelgoët, que le diéron al soplete un boton irreductible; y habiendo observado en los hornos en que se fundia esta mina una leve llama amarillenta, sospechó que este plomo espático seria quizá un fosfato: emprendió su exámen químico, y halló el medio de separar su ácido fosfórico tratándole con ácido nítrico. Se halla este fosfato de plomo en gruesos trozos, ó prismas hexáedros regulares, amarillentos ó roxizos, y ha dado mediante la diseccion al ciudadano Haüy un dodecaedro de triángulos isósceles con el prisma comprehendido entre las dos pirámides. Si se le funde al soplete cristaliza al enfriarse en un poliedro regular. Despues de los primeros descubrimientos

se han encontrado muchas variedades de este óxide de plomo saturado de ácido fosfórico: en el dia se conocen algunos blancos transparentes, blancos y grises opacos, amarillos, verdes, amarillentos y pardos. Yo le he encontrado en forma de riñones verdes en una mina de Pontgibaud, departamento de Mont-d'Or, que contiene arseniate mezclado con fosfate de plomo, y su abundancia me parece tal que se podrá extraer el fósforo fácilmente, y á poca costa, en el sitio donde existe.

17 El arsénite de plomo, ó plomo arseniado, ha sido descubierto últimamente en el invierno del año VIII por el ciudadano Champeaux, ingeniero de minas: se compone de filamentos sedosos á manera de amianto, de un bello color amarillo, algo flexibles, y muy quebradizos, y se halla tambien en concreciones delgadas sobre cuarzo ó fluete de cal: estas son de un amarillo mas baxo que los filamentos, á veces verdecinas, compactas, de un lustre craso y fractura vidriosa; se ha encontrado en una montaña cerca de Saint-Prix, departamento de Saona y Loira. Al soplete se reduce fácilmente despidiendo desde luego un fuerte vapor arsenical; y su reduccion va acompañada de una efervescencia que anuncia hallarse el arsénico en estado de óxide. Los ciudadanos Vauquelin y Lelievre han dado esta mina por arsénite de plomo.

18 El molibdate de plomo ha sido descubierto por Mr. Klaprot en la mina de plomo amarillo de Bleyberg, que se conoce en los gabinetes por plomo amarillo. Mr. Vulfen es el primero que le ha descrito en 1785. Mr. Heyer creía haber encontrado en él el ácido túnstico; pero la presencia del ácido molíb dico anunciada por Mr. Klaprot, se ha confirmado por el bello análisis que de él han hecho los ciudadanos Vauquelin y Macquart, que se halla inserto en el Diario de minas número 17, página 23. Esta sal nativa varía en su color desde el amarillo baxo hasta el naranjado; tiene una fractura folicular y semi-transparente; cristaliza en tablas rectangulares cuadradas, y algunas veces biseladas: su gravedad específica es 5,486. Todos los ácidos poderosos le descomponen, los álcalis

cáusticos le disuelven sin alteracion, y se reduce por medio del carbon; segun el análisis de dichos químicos franceses contiene 0,64 de óxide de plomo, en el qual cinco de oxígeno corresponden á cincuenta y nueve de metal, 0,28 de ácido molíbdico, 0,04 de carbonato de cal, y 0,04 de sílice.

19 El cromate de plomo es una substancia nueva, descubierta en Vendimiario del año vi (Octubre de 1797) por el ciudadano Vauquelin, y está formado por el ácido metálico del cromo, cuyas propiedades he indicado en el artículo 5.º de esta seccion. Esta nueva sal era conocida anteriormente baxo el nombre de plomo roxo de Siberia. Como ya dexo referida la historia de este descubrimiento, me contento con indicar aquí las propiedades características del cromate de plomo nativo. Este mineral es de un color punzó claro, y su polvo naranjado; forma unos prismas romboydales, estriados y terminados por puntas subtetraedras mal pronunciadas: es muy frágil. Los álcalis fixos puros le disuelven sin descomponerle, y los carbonates alcalinos le descomponen por el contrario muy fácilmente por la via húmeda formando carbonato de plomo, que queda indisoluble, y cromate de potasa ó de sosa, que es soluble y de un color amarillo algo naranjado. Pinta de verde los fluxos de borate y fosfate de sosa con que se le funde al soplete, y se descompone por el ácido muriático, que da cristales de muriate de plomo, y ácido crómico disuelto en el agua, de color naranjado. El ácido sulfúrico tambien le descompone; pero es difícil separar entónces el ácido crómico. El ácido nítrico le disuelve con el calor sin descomponerle, y le dexa precipitar en quanto se enfria. Cien partes de este cromate de plomo contienen, segun el análisis del ciudadano Vauquelin, casi 65,12 de óxide de plomo, y 34,88 de ácido crómico. Tambien ha encontrado este químico al lado del plomo roxo otros cristales verdes, que son una combinacion de óxide de plomo y cromo en estado de óxide verde. Lehman y Mongez creian que el plomo roxo estaba mineralizado por el ácido arsénico.

120 La séptima y última mina de plomo que distinguo es el carbonate de plomo, al qual coloco el último entre sus sales nativas, porque el ácido carbónico es el que mas débilmente le adhiere. El carbonate de plomo, que es muy fácil de conocer entre las demas minas de este metal por su disolubilidad en el ácido nítrico, acompañada de una efervescencia notable y desprendimiento de ácido carbónico, y por su pronta reduccion sobre el carbon, era llamado en otro tiempo *plomo espático* y *plomo blanco*; porque muchas veces tiene este color, y aquella textura foliular y brillo de hojas que caracteriza lo que antiguamente se designaba en la mineralogía con el nombre demasiado general de *espato*: es muy vario en su forma y color. Aun no han sido determinadas las leyes de su estructura por el ciudadano Haüy; pero en su diseccion ha hallado cortes paralelos á las caras de un dodecaedro formado de dos pirámides rectas, unidas por sus bases, y otros cortes paralelos á los lados de un prisma hexaedro regular comprendido entre dos pirámides; esto es lo único que ha obtenido de la cristalografía del carbonate de plomo de Siberia, al paso que los de otros parages le han dado por resultado de su division mecánica verdaderos octaedros: á veces se halla esta forma solo como secundaria, y otras veces en prisma hexaedro con cortes ó facetas en las orillas de las bases. Raras veces está terminado el prisma por pirámides hexaedras: por lo regular se halla el carbonate de plomo en agujas finas y brillantes, en trozos largos, estriados y regulares, acanalados interiormente, en estalactitas ó en incrustaciones; y se hallan pedazos que pasan al estado de sulfureto de plomo en algunas de sus capas (14). El color no varía ménos en esta especie: hay pedazos transparentes como el cristal, otros semitransparentes, y algunos blancos y del todo opacos: los hay amarillentos, verdicinos y verdes subidos: estos últimos suelen hallarse, en prismas hexaedros mas ó ménos gruesos, muy regulares, y semejantes por su forma á las esmeraldas: algunos he encontrado que contenian fosfate, mezclado sin duda simplemente con el carbonate de plomo. Pelletier ha indica-

do un carácter muy á propósito para reconocerles y distinguirles del sulfato de bária, con quien se confunden á veces por su forma, advirtiendo el color negro que toman inmediatamente al contacto del sulfureto de amoníaco y su vapor quando se les reduce á polvo. El carbonato de plomo está muy esparcido en las minas de este metal, y no debe considerarse, igualmente que todas las sales anteriores, sino como una mina secundaria formada por la alteracion del sulfureto de plomo, y transportada por el agua que le ha dado su forma cristalina. Se le halla con especialidad en Siberia, en Saxonia, en el Brisgaw, en Stiria, en Carintia, en Inglaterra y en Francia, sobre todo en Poullaouen, en Huelgoët y en Santa Maria de las minas &c.

#### D. *Ensayes y trabajos metalúrgicos.*

21 El ensaye de las minas de plomo es uno de los mas sencillos y fáciles que puede haber; pero como en esta operacion llevamos el doble objeto de conocer no solamente el plomo que contiene, sino tambien la plata que oculta casi siempre con motivo del precio é importancia de este metal; por lo tanto, despues de haber machacado y lavado una cierta porcion escogida de la mina, se la tuesta dentro de una cazuelita cubierta para evitar la pérdida que su decrepitation causaria: el sulfureto de plomo regularmente pierde poco en la tostion. Despues de esta operacion se determina lo que se ha volatilizado pesándolo con la mayor exâctitud, y comparándole con el peso que ántes tenia: despues se le funde con dos veces su peso de fluxo negro ó de bórax, mezclado con un poco de carbon y muriate de sosa decrepitado: el álcali ó fluxo absorve el azufre, el carbon reduce la porcion oxídada de metal, y la sal marina, cubriendo el todo, se opone á la evaporacion (15). Pésase luego con escrupulosidad el boton de plomo que se halla en el fondo del crisol *embrascado*; y puesto en la copela se calienta dentro de la mufla con bastante fuerza para que se sublime, oxíde y vitrifique el plomo, el qual en este último estado penetra los poros de la

copela, y dexa su cavidad muy limpia. La plata que el plomo contiene, no siendo volátil, oxidable; ni vitrificable como él, queda en su lugar en forma de botoncito metálico, redondo, brillante y puro, que se pesa en balanzas muy exâctas.

22 El ensaye que acabo de describir está muy distante de ser una operacion exâcta, aunque baste casi siempre para adquirir las primeras nociones que se desean sobre las minas de plomo, y aunque casi siempre se gobiernen en las operaciones por mayor, y en su beneficio, por los resultados de esta; por lo tanto es necesario conocer sus defectos, ya que es fácil por otra parte el substituir-la una análisis mas exâcta y segura. Los químicos miran esta operacion como falaz; porque el álcali, que se suele emplear como fundente, forma con el azufre ó la mina un sulfureto que disuelve una porcion del óxide de plomo, y priva así al que opera de una parte del metal que debería obtener: es menor el inconveniente del bórax, que tambien se recomienda; pero tambien lo es el practicar el ensaye con una substancia cara, que ninguna relacion tiene con las materias que se emplean por mayor, y puede dar ideas falsas sobre el producto conseguido: así debe preferirse á este ensaye incorrecto de la fusion ó via seca el análisis de las minas de plomo por la húmeda.

23 Bergman ha dado en sus disertaciones sobre la docimástica húmeda métodos tan sencillos como exâctos para analizar y conocer bien las diferentes especies de minerales de plomo (16). Si se encuentran nativos, solo se trata de verificar su pureza ó la naturaleza y proporcion de sus aleaciones, para lo que aconseja disolverle en el ácido nítrico: si el disolvente toma un color verde, esto indica la presencia del cobre: entónces se emplea el hierro que precipita á este baxo su forma metálica para determinar la cantidad. Los sulfuretos de plomo deben tratarse igualmente con este ácido que oxida, y disuelve su porcion metálica, y separa el azufre que se recoge en un filtro, se lava bien, se seca y se pesa. El óxide de plomo se precipita por el carbonate de sosa: ciento treinta y dos partes, de



cuyo precipitado contienen ciento de plomo. Si el precipitado tiene mezcla de óxide de plata, el amoníaco disuelve á este sin tocar al carbonato de plomo, y ciento veinte y nueve partes de este carbonato de plata corresponden á ciento de metal. Pero se ha de notar que muchas veces es difícil separar de esta suerte la plata del plomo á causa de su cortísima cantidad, y así se hace indispensable el recurrir á la via seca, á la reduccion y copelacion del plomo, si se quiere conocer la proporcion de aquel metal precioso.

24 Se puede usar el ácido muriático en vez del nítrico para tratar los sulfuretos de plomo. El muriate de plomo se depone en cristales, que se disuelven en agua destilada para separarles del azufre, y precipitar el plomo por el carbonato de sosa. Si el sulfureto contiene antimonio, queda este metal convertido en óxide blanco, y se le precipita con agua pura de la disolucion muriática. Aunque sea raro, segun nota Bergman, que haya hierro en los sulfuretos de plomo, si lo hubiese, se separa primero el plomo y la plata disueltos en el ácido nítrico por el hierro, y tomando razon de la cantidad de este último que se emplea para la precipitacion, se reconoce la proporcion del que existia en el sulfureto, precipitándole por un prusiato alcalino. Bergman advierte tambien que si hay algo de ganga en la mina de plomo que se analiza, esta ó es indisoluble como la sílice, y entónces queda sin alteracion á fondo del disolvente, ó soluble, y entónces se ha de tratar con el ácido acetoso, que disuelve la materia caliza que haya. En el análisis de los sulfuretos por la via húmeda se halla siempre una proporcion de plomo mayor, á veces pasa de  $\frac{1}{4}$ , que la que se obtiene por la fusion con los fluxos, nueva prueba de que los álcalis se llevan alguna parte del plomo.

25 Por lo que hace á los carbonates y fosfates de plomo Bergman se contenta con indicar la disolubilidad de los primeros en el ácido nítrico, y el tratamiento de los segundos por el mismo ácido que los disuelve, la precipitacion del óxide de plomo por el ácido sulfúrico, y la evapora-

cion del líquido que sobrenada, el qual dexa por residuo al ácido fosfórico. Añadiré á estas generalidades, que se puede apreciar la cantidad de ácido carbónico contenido en un carbonato de plomo, bien sea destilándole en una retorta de barro con el aparato neumato-químico, ó bien recogiendo este ácido en un aparato conveniente á medida que se disuelve el mineral en el ácido nítrico ó muriático (17). Los fosfates pueden tratarse en una retorta de barro despues de haberles mezclado con la quinta ó sexta parte de su peso de carbon en polvo fino, y se consigue entónces ácido carbónico y fósforo, quedando el plomo metálico en la retorta. Ya dexo indicado que este método puede practicarse por mayor con ventaja en los parages en que se encuentran los fosfates de plomo: aquí solo añadiré que este establecimiento seria poco costoso para los poseedores de las minas, é introduciria en el comercio á un precio equitativo el fósforo que actualmente se pierde en el beneficio de estas minas, el qual se gasta y utiliza poco en el día; porque siendo raro y caro no se le sabe manejar ni apropiar en algun modo á las necesidades de las artes ó de la vida.

26 Nada ha dicho Bergman del molibdate de plomo, porque en el tiempo que escribió su disertacion sobre la docimástica, aun no estaba descrito ni conocido. Mr. Klaprot ha dado métodos muy sencillos para analizar esta mina: el ácido muriático descompone al molibdate, le roba el óxide de plomo, y separa el ácido molíbdico baxo la forma de un polvo blanco, el qual calentado á la llama interior del soplete, ó puesto en contacto con el ácido sulfúrico caliente, toma un color azul, que nos le hace reconocer tan fácil como prontamente. Se aprecia su cantidad disolviendo el molibdate en un ácido, el óxide de plomo queda en disolucion, y el ácido molíbdico se separa en forma de polvo blanco, que despues se lava y se pesa.

27 El cromate tan fácil de conocer por su color de amapola quando se halla en masa, y amarillo naranjado quando en polvos, se analiza perfectamente por el car-

bonate de potasa ó de sosa, segun las experiencias del ciudadano Vauquelin, que le ha descubierto: queda entónces el carbonato de plomo en polvo blanco, cuya proporcion de principios se conoce: se precipita la disolucion de cromate alcalino que sobrenada, y el ácido muriático manifiesta la cantidad de ácido crómico. El sulfato de plomo se analiza y descompone fácilmente calentándole en un aparato cerrado con carbon, en cuya operacion da ácido sulfuroso, gas hidrógeno sulfurado, y plomo en forma metálica. Segun esto, vemos que en quanto al análisis de las minas de plomo nada nos queda que desear.

28 El tratamiento de las minas de plomo por mayor es uno de los trabajos metalúrgicos mas importantes que se conocen, y uno de los que tienen una relacion mayor y mas íntima con los conocimientos y métodos químicos exáctos. Para beneficiar la mina sulfurosa de plomo, que contiene plata de Pompean, se la machaca y lava con cuidado sobre mesas, se la lleva al horno de manga, donde se tuesta primeramente á un fuego manso, y se la funde despues aumentando mas el calor. Se extrae del horno el plomo fundido, abriendo un agujero que hay en un lado de su area, y que durante la fundicion se tiene tapado con arcilla. Corre el plomo, y se moldea en unos rieles que llaman *plomo de obra*, porque tienen aun que sufrir otras operaciones mas para separar la plata que contienen: esta última parte, que es la mas útil del trabajo, se executa en general del modo siguiente.

29 Se lleva este *plomo de obra* á un horno diferente del primero, cuyo suelo ó area está cubierta de cenizas bien lavadas y pasadas por tamiz: por un lado de esta area se dirige la tobera de dos barquines ó fuelles grandes movidos por el agua, á cuyo lado opuesto se hacen dos regueras llamadas *caminos del litargirio*: calentado y fundido el plomo, se oxida en su superficie, sobre todo con el ayre abundante y comprimido que los fuelles arrojan, y una parte de este óxide se evapora por unas pequeñas chimeneas abiertas sobre los caminos del litargirio, y otra se absorbe por el suelo pulverulento del horno; pero la

cantidad mas considerable de este óxide, quemada y vitrificada fuertemente, y enfriada y condensada despues por el ayre frío que sopla contra ella directamente, es arrojada por el movimiento que este la comunica hácia las regueras abiertas frente de la tobera. Esta última porcion es la que se llama *litargirio* ó *almartaga*, y es á modo de unas pequeñas escamas roxizas, brillantes, vitrificadas, que llaman *litargirio del comercio*, porque es preferido en este, ó *litargirio de oro*, *chrysis*, á causa de su color.

30 A la parte que ha sufrido el mayor calor, y está mas adelantada en su vitrificacion, cuyo color es de un amarillo baxo, llaman *litargirio de plata*, *argyritis*; en fin, quando el horno llega al mas alto punto de calor, este óxide se funde mas completamente, y corre en forma de estalactitas, lo que se llama *litargirio fresco*. Despues que se ha oxídado así y vitificado todo el plomo, queda la plata sola y pura en medio del horno, la qual es necesario alinar, como diré luego en la historia de este metal, para extraer un poco de plomo que retiene todavía. Tómake luego este plomo oxídado en esta operacion, se le funde entre carbon en un horno grande, donde se reduce cediendo su oxígeno al carbon hecho ascuas, y aparece baxo la forma de plomo metálico, de que se hacen rieles, y se despacha en el comercio. Las demas minas de plomo, que no son sulfuretos, ni tienen plata como ellos, se reducen y funden por medio del carbon; y los fosfates descomponiéndose tambien así, presentan una llama fosfórica, que se levanta sobre los hornos, y es fácil de distinguir por su olor y color.

#### E. Oxdabilidad por el ayre y el fuego.

31 El plomo expuesto al ayre se empaña inmediatamente, pierde con facilidad el poco brillo que le caracteriza, se vuelve primeramente gris obscuro y sucio, y despues gris blanco, que forma en su superficie un verdadero orin. Desde luego se echa de ver que se altera al ayre frío mucho mas que el estaño; porque mientras este ofre-

ce solo una capa muy superficial de un gris ligeró que dexa siempre notar su color metálico, presenta el otro una oxidacion mas profunda, y se cubre de una capa espesa de óxide, que aumenta poco á poco de volúmen, se levanta en hojuelas como escamas sobre el metal que cubre, y al fin penetra toda su masa si tiene poco espesor. No obstante, el *maximum* de su alteracion tarda mucho en verificarse, y el interior de las hojas ó capas de este metal queda defendido largo tiempo por la ligera costra de óxide que se forma en su superficie. Los alquimistas pretendieron que el plomo se convertia en plata por una larga exposicion al ayre, y su error nacia de que los plomos que se usaban quatrocientos ó quinientos años ha para cubrir los edificios, no estaban purificados: como no estaban asegurados de la naturaleza primitiva de este plomo argentífero, la plata contenida en él, pudo resistir al ayre miéntras que el plomo se destruyó con el transcurso del tiempo, y esto les engañó miserablemente.

32 Quando se funde el plomo al contacto de la atmósfera se forma en su superficie una película iriseante \*, cuyo matiz amarillo dorado supera á los demas colores, y pasa bien pronto á un gris obscuro uniforme. Si se quita esta primera película, que no adhiere al metal fundido, se vuelve á formar otra segunda, y se puede ir convirtiendo así en películas toda una cantidad dada de plomo solo con renovar su superficie al ayre. Calentadas y agitadas despues estas películas en contacto con la atmósfera, se convierten en un polvo gris, mezclado muchas veces de partículas amarillas ó levemente verdosas; y este es el óxide de plomo gris; ó el primer estado de oxidacion de que es susceptible este metal, el qual se reduce fácil ya que no espontáneamente, con ayuda del hidrógeno y del carbono á la temperatura *roxa* (18).

33 Se ha de notar que, si se calienta el plomo á una temperatura mas alta que la que es necesario para fundir y

\* Permítaseme introducir esta voz para significar una cosa que presenta los colores del arco iris.

obrar la oxidacion simple de que acabo de hablar, el metal elevado en vapores al ayre se quema en él mas rápidamente, esparce un humo blanco ó amarillento de un olor particular, que se condensa en forma de un óxide gris amarillo, lo que algunos autores de Química llamaron *flores de plomo*. Esta volatilizacion del plomo fundido, y esta oxidacion que sufre en el ayre, son causa de los peligrosos efectos que ocasiona á los que estan expuestos á su vapor, y explica las enfermedades de que con particularidad son atacados los plomeros. El polvo mismo del plomo y de sus óxides, llevado ó transportado por el ayre, sea por haber raspado ó limado el plomo, ó sea por las varias circunstancias en que su óxide se derrama en la atmósfera juntamente con vapores extraños, como los de los aceytes volátiles, produce los mismos síntomas en los hombres que le reciben por la boca, por el pulmon ó por la piel.

34 El óxide gris de plomo, calentado mas fuertemente y por mas tiempo al contacto del ayre, pasa bien pronto al amarillo por una nueva absorcion de oxígeno: en este estado de óxide amarillo se le llama en las artes *masicote* ó *mazacote*, el qual parece que contiene de seis á nueve de oxígeno por ciento. En el comercio se distinguen tambien dos especies á causa de su matiz: uno que se llama *masicote blanco*, y otro *amarillo*. Este es de un color sucio, sin belleza alguna, que tira á veces á verdecino, y no obstante se prepara por mayor en algunas fábricas por el uso frecuente que de él se hace en las artes. El medio de fabricarle consiste simplemente en agitarle sin cesar al contacto del ayre, y sin emplear para esto un fuego violento, que daria otro resultado de que voy á hacer mencion. En las fábricas por mayor se consigue hacer mejor el óxide amarillo de plomo, que en los laboratorios donde se hace por pequeñas cantidades (19).

35 Hay un tercer estado de oxidacion del plomo, en el que toma un bello color roxo de fuego, mas ó ménos naranjado, que llaman en las artes *nimio*, y en la nomenclatura metódica óxide de plomo roxo. Siempre que en los laboratorios de Química se calienta por largo tiem-

po el óxide gris de plomo, y aunque sea sin emplear un fuego capaz de vitrificarle, se convierten algunas porciones en polvo roxo; pero jamas se consigue hacer enteramente roxo este óxide, ni darle un bello color; y así en las Fábricas donde se prepara se tiene por una especie de secreto ú operacion delicada, que exíge una manipulacion muy práctica y atenta. Hace alguños años que solo en Holanda y en Inglaterra se fabricaba este óxide de plomo roxo; pero hoy en el dia hay varios establecimientos franceses, en que se hace esta preparacion tan bella como en dichos países.

36 Se da calor á una especie de horno de reverbero, en que se hace fundir el plomo, hasta tanto que la masa tome un color roxo de cereza: se agita continuamente el plomo apartando á los lados la porcion oxídada, y se dexa entrar el ayre necesario para esta oxídacíon por las puertas donde se mete la leña ó carbon de piedra. La primera oxídacíon dura quatro ó cinco horas: dexándole allí por veinte y quatro, sacándole luego para que se enfríe al ayre, y echándole un poco de agua, con la qual se revuelve bien, se logra, segun la descripción dada por Jars en las Memorias de la Academia de 1770, el verdadero *masicote* que despues se tritura en una piedra, y se deslíe en agua para sacar un polvo igual y fino. Este óxide amarillo, ó masicote tratado de nuevo en el horno de reverbero durante treinta y seis horas, da el óxide roxo ó minio despues de haberle expuesto al fuego en monton, y haber hecho en él unos surcos á lo ancho, aplastándole por arriba. Parece que el arte de fabricar este último óxide, sobre todo si se quiere sacar con un hermoso color roxo y brillante, consiste en dexarle enfriar muy lentamente luego que llega á tomar el horno el color roxo de cereza, cerrando con cuidado todas las aberturas del horno, cuya práctica tiene por objeto dar solo cierta dósís de oxígeno á este óxide; porque yo he visto en una fábrica excelente de Paris volverse pálido al ayre, y de un color pardusco, ó casi leonado sucio, á este óxide sacado muy caliente del horno, al paso que conservaba su matiz naranjarado,

quando se le hacia enfriar en el horno cerrado herméticamente. El óxide de plomo roxo varia mas ó ménos de color desde el naranjado claro ó subido, que se busca en algunas artes, hasta el roxo de cereza obscuro; de modo que suele tener tantos matices como son las fábricas en que se hace. Se cree comunmente que este óxide aumenta diez por ciento en peso, y que así cien partes de plomo dan ciento y diez de minio, sobre lo qual los autores varían. Unos admiten quince por ciento, y otros le suben hasta veinte: Walerio y Wasserberg han adoptado este último dato segun sus observaciones y experiencias; por lo demas, aunque este aumento parece tanto mayor quanto mas perfecta ha sido la operacion, y sobre todo mas lenta, está ya reconocido por las últimas experiencias del ciudadano Vauquelin, que la proporcion mas constante de oxígeno en el óxide de plomo, es de 0,09. Parte de este óxide se reduce en una retorta, y da una corta cantidad de gas oxígeno; pero siempre es la porcion mas pequeña la que pasa al estado metálico, siendo verosímil que esta porcion no se halle en el mismo estado que lo restante del óxide: se le reduce completamente por varios medios que diré despues.

37 El óxide amarillo y el óxide roxo de plomo, calentados fuertemente, se funden y vitrifican con mucha facilidad, siendo entre todos los óxides metálicos los que sufren mas prontamente y con mayor energía esta notable mutacion. Es verosímil que el vidrio de plomo esté aun mas oxigenado que el óxide roxo, porque este expuesto caliente al ayre muda de color, y pasa al amarillo como quando se vitrifica. Este óxide vidrioso es al mismo tiempo el cuerpo mas fundente y vitrificante que se conoce: no hay vaso que le resista, pues los atraviesa todos lo mismo que el agua al papel. Pott ha notado que no se podia conservar este vidrio fundido por mas de tres quartos de hora en el crisol mas sólido y refractario, y Macquer observaba por lo mismo que era imposible tener vidrio de plomo perfectamente puro. Los químicos se emplearon á porfia en buscar composiciones de tierras capaces de resistir-



le, y aunque todavía no hayan resuelto esta especie de problema, pues no hay tierra que le resista á lo ménos obstinadamente, sin embargo se han acercado ya algo. La porcelana dura y perfectamente cocida, por exemplo la de Sevres, es la materia que pinta mejor, y se dexa ménos perforar por este fundente tan enérgico y violento (21).

38 La oxídacion del plomo ha sido en todos tiempos uno de los fenómenos que, con motivo del aumento de peso que adquiere el metal en ella, ha ocupado mas el ingenio de los químicos, de los físicos y filósofos. Su historia está en algun modo enlazada con la marcha y progresos del espíritu humano. Despues de los infructuosos esfuerzos hechos por Cardan, Escalígero, y un monton de hombres de mérito para explicarle, Juan Rey fué el primero que sospechó la causa: y aunque durante mas de siglo y medio despues de él, y á pesar de las ingeniosas máquinas descubiertas en la fisica desde mitad del siglo xvii hasta los dos primeros tercios del xviii, se haya ocultado á las investigaciones y sagacidad de Newton, de Boyle, de Mayow, de Hales, de Stahl, de Boerhaabe y de todos los físicos, estaba reservado á Lavoisier, segun se ha visto, el convertir en certidumbre la sospecha de Juan Rey respecto á la oxídacion del plomo, y probar que este aumento de peso se debia á un principio del ayre que se fixaba en el metal. He aquí pues como este acrecentamiento de peso del plomo por el ayre llegó á ser uno de los primeros y mas bellos experimentos de la doctrina neumática, y uno de los que han servido para echar sus primeros fundamentos

#### *F. Union con los combustibles.*

39 El plomo se combina con la mayor parte de los cuerpos combustibles, y sin embargo no se le conoce combinacion alguna con el ázoe, el hidrógeno y el carbono. Estos dos últimos cuerpos obran sobre sus óxides calientes, de modo que les reducen y les quitan el oxígeno, formándose agua y ácido carbónico miéntras que el óxide pa-

sa al estado metálico. Se executa la reduccion en frio y á fuerza de tiempo por el contacto del gas hidrógeno; pero se ha de notar que no hay óxides metálicos que se reduzcan mas fácil y completamente que los del plomo, lo que prueba la poca adherencia de este metal con el oxígeno.

40 La union del plomo con el fósforo ha sido examinada por Pelletier, quien la ha obtenido bien sea echando fósforo derretido sobre el plomo en un crisol, ó bien destilándolos juntos en una retorta. El fosforeto de plomo es de un color blanco plateado y azulado, y se dexa cortar con el cuchillo: su textura es laminosa; y quando se le hiere con el martillo se separa efectivamente en hojas. Se halla sobre él en el crisol donde se prepara, un vidrio blanco lechoso formado por la union del ácido fosfórico y el óxide de plomo. El fosforeto de plomo se empaña prontamente al ayre; al soplete arde el fósforo en la superficie del boton fundido, y se ve oxidar el plomo con muchísima lentitud. La fundicion en el crisol sale incompleta y pastosa, de manera que es algo ménos fusible que lo que son separadamente los dos cuerpos que le componen. Durante esta fusion se separa siempre algo de fósforo, que viene á arder á la superficie con aquella llama, humo blanco y olor que le caracterizan. La proporcion en que se halla el fósforo segun Pelletier, es de 0,12 á 0,15 (22).

41 El azufre se une fácilmente con el plomo, y forma una combinacion que conocieron los antiguos, pues se halla descrita en Dioscórides. Se la llamó por mucho tiempo plomo quemado *plumbum ustum*: Dioscórides la preparaba colocando por extractos planchas de plomo en una vasija de barro con azufre, é inflamando este y meneando el todo con un triángulo de hierro: de esta operacion debia resultar un sulfato ó un sulfite de plomo. El verdadero sulfureto de plomo artificial se forma, ya sea calentando el plomo y el azufre mezclados en un crisol, ó ya echando el azufre sobre el plomo fundido. En una y otra operacion se saca una materia negra brillante, mucho mas difícil de fundir que el plomo y el azufre separa-

dos, la qual tiene una textura como fibrosa ó filamentososa, y estriada en su interior: es muy frágil, é imita á lo ménos por su color al sulfureto nativo de este metal ó la galena. Juncker y Walerio aconsejaban tomar cinco partes de plomo en granalla y dos de azufre para prepararlo. El ciudadano Baumé prescribió dos ó tres partes de plomo y una de azufre: por lo demas este sulfureto artificial no se diferencia del natural quando se le trata con los diversos agentes químicos.

42 No se conoce la union de los óxides de plomo con el azufre, y aun se duda que exista, porque calentando juntos estos dos cuerpos parece que se reduce el óxide acercándose al estado metálico, y que el azufre le roba su oxígeno; de manera que el compuesto llega bien pronto al estado de un verdadero sulfureto de plomo, porque la misma reduccion se verifica quando ponemos en contacto al hidrógeno sulfurado, y á un óxide blanco, amarillo, ó roxo de plomo. Inmediatamente se ennegrecen estos óxides, y el agua cargada de hidrógeno sulfurado pierde su olor y sus propiedades. Mediante esta accion tan enérgica he aconsejado emplear el óxide roxo de plomo para descomponer las aguas sulfurosas, y apreciar la cantidad de hidrógeno sulfurado que contienen, por el exámen del sulfureto, ó mas bien del hidro-sulfureto de plomo que dan con este óxide (23).

43 El plomo se puede unir con un gran número de substancias metálicas. Juncker se contentó con decir que el plomo calentado con el óxide de arsénico se volatilizaba en parte, fundiéndose la otra en un vidrio de color de jacinto. Walerio, que tambien habla de la vitrificacion de color de jacinto en una combinacion semejante, hecha con el arsénico metal, añade que una parte del plomo retiene su forma metálica; pero que se hace quebradiza y brillante en su fractura, y que el óxide de plomo vitificado toma un color roxo quando se le funde con el óxide de arsénico. Estos hechos, que parece haber sido olvidados de la mayor parte de los autores sistemáticos modernos, en cuyas obras se halla que no se conoce union alguna entre es-

tos dos metales, prueban sin embargo que el arsénico se combina verdaderamente con el plomo; que de su combinacion resulta una aleacion laminosa y quebradiza; que el plomo entra á partir con el arsénico una porcion de su oxígeno; y que quando se unen estos dos metales oxidados por la vitrificacion, se establece igualmente entre ellos un equilibrio de oxidacion, de que ya he hablado varias veces, y el qual hace variar el color con todas las demas propiedades. La teoría de la ciencia debe trabajar sobre este efecto que ofrece un gran número de aplicaciones á las artes del vidriero, del esmaltador, del fabricante de porcelana, y del preparador de colores.

44 No se ha hablado todavía de las combinaciones del plomo con el tungsteno, molibdeno, cromo, titanio, uranio y manganeso. Estos metales tan nuevos y tan poco conocidos en la mayor parte de sus relaciones con los otros, casi todos tan difíciles de manejar, y lo que es mas, logrados hasta el día en tan pequeñas cantidades por los químicos, casi no han sido aleados entre sí, ni con los demas que poseiamos ántes de su descubrimiento. Sin embargo convendria mucho á su estudio examinar sus varias aleaciones, pues está ya reconocido que uno de los medios principales de asegurar sus diferencias, y determinar sus caracteres específicos, es unirles con las demas substancias metálicas. En la serie poco numerosa todavía de hechos recogidos sobre sus aleaciones nadie ha tratado de alearlos con el plomo, porque se ha creido generalmente sacar poca utilidad de esta especie de combinacion.

45 Segun Gellert el cobalto tiene poca atraccion con el plomo. Fundiendo en un crisol estos dos metales á partes iguales, y enfriada la masa, se halla separada en dos botones uno mas pesado que ocupa la parte inferior, y otro mas ligero que se halla algo adherente al primero. Se creeria en vista de esto que no hay union alguna entre estos dos metales; pero si el cobalto fundido con el plomo se trata con el hierro que tiene mas atraccion con él, se separa un poco de plomo en el fondo del crisol, lo que prueba que el cobalto habia tomado un poco en su primera

fundicion. El ciudadano Baumé dice no haber encontrado plomo en el cobalto tratado con este metal. Este último, segun él, no quita el azufre al cobalto, y así copelando partes iguales de cobalto y de sulfureto de plomo, el primero queda en polvo negro sobre la copela, dentro de la qual penetra el vidrio de plomo puro y sin color. Walerio asegura tambien que estos dos metales no contraen union alguna entre sí (24).

46 Cronstedt ha hallado que el níquel se une difícilmente con el plomo, de lo qual resulta una aleacion de un gris sucio poco brillante, laminosa y frágil. Wasserberg reprehende en esta parte al ciudadano Baumé haber dicho que Cronstedt no habia indicado nada sobre estos dos metales en su estado metálico, ni habia hablado mas que de su vitrificacion recíproca; pero el exámen de las obras del ciudadano Baumé, y la historia comparada de la marcha de la ciencia entre los que la han cultivado de quarenta años á esta parte, hubiera fácilmente probado á Wasserberg que el químico frances ha hablado casi siempre segun sus propios ensayos; que en todas sus obras se alaba de haber trabajado mas que leído, y que por esta misma razon parece no existir para él todo aquello que no ha hecho ó podido hacer por sí mismo. En lo demas es verdad, como lo nota Wasserberg, que Cronstedt en su exámen del níquel ha dicho positivamente que se unia con todos los metales, ménos el mercurio y la plata (25).

47 Muschembroëck ha hecho experiencias bastante seguidas sobre la aleacion del plomo con el bismut, y ha visto que este último daba al plomo una dureza y una tenacidad notables quando los dos metales entraban en cantidad igual: una masa dada de esta aleacion á partes iguales ha sostenido un peso de doscientas siete libras: otra masa igual de tres partes de plomo y dos de bismut ha sostenido uno de doscientas noventa: la de tres de bismut y dos de plomo uno de ciento quarenta y siete; y de aquí ha inferido que el bismut parecia hacer las veces de gluten en el plomo, cuyas partículas hace adherir mas fuertemente.

48 Geilert halló en esta aleacion una pesantez es-

pecífica mayor que la media de los dos metales separados. Walerio la describe de un color gris obscuro, algo dúctil á partes iguales, y observa que el bismut se separa, durante su union con el plomo, en escorias aun mas abundantes que con el estaño. El ciudadano Baumé ha logrado de partes iguales de bismut y plomo un metal mas duro que este, bastante maleable, y que se parecia al acero mas puro en su color. Una parte de plomo y dos de bismut le diéron una aleacion mas agria, mas dura, y mas blanca que la anterior, y con textura grueso-granugienta. Dos partes de plomo, seis de bismut, y media de antimonio le diéron un metal muy duro, nada compresible al martillo, de un grano muy menudo, y de color blanco plateado.

49 Los mismos autores exâmináron la aleacion del plomo con el antimonio. Muschémbroëck halló esta aleacion de mucha tenacidad quando el plomo estaba unido á un octavo de su peso de antimonio. Una masa de esta aleacion sostuvo un peso de doscientas sesenta libras, quando una masa semejante de plomo ó antimonio hubiera á lo mas sostenido treinta. A partes iguales casi no adquieren tenacidad alguna, y el mixto sale muy frágil, de lo que infirió Muschenbroëck que la naturaleza observaba en esta propiedad, ó por mejor decir, habia establecido un *minimum* y un *maximum*, ó límites constantes. Geller se ha asegurado que esta aleacion es de una pesantez específica mayor que la que da el cálculo segun la razon y proporcion de los dos metales unidos. Walerio ha anunciado que á partes iguales era frágil y de un color obscuro y débil: el ciudadano Baumé dice que era de facetas brillantes, y describió ademas de eso algunas otras aleaciones de diferentes dósis. Dos partes de plomo y una de antimonio le diéron un metal agrio, sin lustre, y de grano pequeño, semejante al del hierro: quatro partes de plomo y una de antimonio una aleacion algo mas dúctil de grano grueso; quatro partes de plomo y media de antimonio un metal bastante blando, del grano y color del acero. El plomo tiene ademas, así como la mayor parte de los otros meta-

les, excepto el oro y el platino, la propiedad de separar el azufre del antimonio, y descomponer su sulfureto: el antimonio que se saca conserva un poco de plomo.

50 El mercurio se une con el plomo con mucha facilidad, y en toda suerte de proporciones. La trituracion del mercurio con limaduras finas de plomo basta para combinarles; pero se logra mucho mejor vertiendo el mercurio caliente sobre el plomo fundido, de lo qual resulta una amálgama que varía en solidez segun la proporcion de los dos metales. Es blanca, se altera al contacto del ayre, da cristales si se la enfría con cierto rino, pierde el mercurio á un fuego fuerte, y dexa separar un polvo negruzco de óxide de plomo quando se la tritura en el agua; tiene ademas la singular propiedad de hacerse muy líquida si se incorpora con la amálgama de bismut. Este fenómeno impelió al ciudadano Baumé á hacer sus investigaciones sobre la falsificacion del mercurio. Despues de haber fundido en un vaso de hierro partes iguales de plomo y bismut, se añade mercurio líquido y caliente en cantidad suficiente para igualar la mitad de toda la masa: se agita esta mezcla hasta que se enfríe, y se consigue de este modo una amálgama fluida que no se fixa al ayre, ni por el reposo, y pasa casi toda por los baldesés ó gamuzas á la manera del mercurio. Una parte del bismut se separa en polvo gris á la superficie del mercurio; pero el plomo queda íntimamente combinado. El fenómeno de esta liquidez no es tan difícil de comprehender como creyó el ciudadano Baumé: depende pues de que en su combinacion recíproca el plomo, el bismut y el mercurio adquieren mayor capacidad para contener el calórico, que la que tenian separadamente, ó unidos de dos en dos, y por consiguiente absorven mayor cantidad de este principio quedando en un estado de liquidez que solos no hubieran tenido. Es fácil de reconocer esta falsificacion, porque esta aleacion es específicamente mas ligera que el mercurio; y que puestos algunos glóbulos de ella sobre un plato de talabera ó porcelana inclinado dexa cada glóbulo tras de sí una cola ó especie de huella en vez de correr esférico. Separando el mercurio de esta amálgama por

la accion del fuego, el plomo que abandona este metal queda en forma de óxide amarillento. Muchos químicos aseguran que el mercurio expuesto en una muñequita de lienzo al vapor del plomo fundido se hace sólido ó se fixa; pero los mas exâctos han observado que solamente perdía una parte de su liquidez.

§ 1 Walerio ha descrito las propiedades de la aleacion del plomo con el zinc á partes iguales; y segun él es mas dura que el plomo, mas blanca, y visiblemente maleable. El plomo se hace volátil por el zinc quando se unen diez ó doce partes de este último con una parte del primero; pero si el zinc es ménos abundante, entónces se separa del plomo. Varios autores aseguran tambien que con el plomo y el zinc se fabrican balas que jamas se apartan de la direccion que se les da, y pegan mejor en el blanco; pero no dicen las proporciones de esta aleacion particular. Geller ha indicado la aleacion del plomo y del zinc como específicamente mas pesada que la media que resulta por el cálculo de la pesantez de estos metales reunidos. Muschembroëck, despues de varios ensayos de aleacion del plomo con el zinc, ha visto que el metal que resultaba de ellos era de una tenacidad fortísima y de la mayor dureza, quando para ocho partes del primero se ponía una del segundo. Las experiencias del ciudadano Baumé parecen desmentir todos los hechos anunciados por estos autores, pues que segun este no se unieron en el crisol partes iguales de zinc y de plomo: el plomo quedó sobre el zinc sin sufrir alteracion alguna, y lo mismo le sucedió fundiendo dos de plomo con una de zinc.

§ 2 El plomo se une con el estaño en todas proporciones. Muschembroëck, que ha hecho muchas experiencias sobre esta aleacion en muchas y diferentes proporciones, ha notado que el plomo aumentaba mucho la firmeza ó dureza del estaño; que un metal formado de tres ó quatro partes de estaño y una de plomo tenia dos veces mas dureza que el estaño puro, y que la mejor proporcion para aumentar, lo mas que es posible, la tenacidad del estaño, era de tres partes de este último y una de plomo. Se-



gun él el plomo en qué se transporta á Europa el té de la China contiene un poco de estaño que le endurece; pero se debe observar que en esta aleacion chinesca hay tambien zinc ó bismut. Una quarta parte de estaño aleada con el plomo impide á este el vitrificarse, y penetrar en la copela segun Juncker: esta aleacion se hincha en la copela, se levanta en forma de vegetacion, se enroxece vivamente, se inflama y dexa bien pronto sobre ella un óxide duro y granugiento muy difícil de fundir. Dos partes de plomo y una de estaño forman una aleacion mas fusible que cada metal separado: esta es la soldadura comun ó *soldadura de los plomeros*.

53 Empleándose con mucha frecuencia la aleacion de plomo y estaño en las necesidades de la vida, y yendo acompañado el primero de estos metales de riesgos inminentes en el uso de su aleacion, para hacer vasijas de cocina y de farmacia, es muy importante tener medios de reconocerle, y asegurarse de las proporciones respectivas de estaño y plomo, sobre todo siendo muy comun el empleo de una cantidad de este mayor que la permitida por las sabias ordenanzas de policia. Los peltberos tienen varios métodos para reconocer esta especie de quilate del estaño, y por consiguiente la cantidad de plomo que contiene: muchas veces se refieren á su simple inspeccion: el color, el peso y cruxido de este metal basta á estos hombres prácticos para ver y juzgar el estaño en sus diversas aleaciones. Tienen tambien dos especies de ensayes, uno que llaman de la *pie*dra, y le hacen echando el estaño fundido en una cavidad emisférica terminada por una canaleja, y hecha en una piedra que ellos llaman de rayo, especie de carbonate calizo, dura y de grano fino. Los fenómenos que presenta el estaño al enfriarse, el color, la redondez, la depresion de su parte media, y el cruxido que hace la cola del ensaye doblada repetidas veces, son otras tantas señales que observa el peltbero inteligente, y que en fuerza de una larga observacion le hacen conocer con bastante exáctitud el quilate del metal que trabaja. No obstante este ensaye es mucho ménos exácto y seguro que

el que llaman de la *bala* ó *medalla*, el qual practican en los departamentos, y que si prueba en los que le usan un poco ménos de habilidad ó hábito que los que gastan el de la *pieдра*, que es el ensaye de París, á lo ménos tiene la ventaja de darles un conocimiento mas cierto. Este ensaye de la *bala* consiste en echar el estaño, cuya calidad se quiere apreciar en un molde que le da la forma de una bala ó de una pieza aplastada, parecida á una medalla. Se compara luego el peso de esta pequeña muestra con volúmen igual de estaño fino hecho en el mismo molde; y quanto mas peso tiene el estaño que se exâmina, sobre el que sirve de modelo, tanto mas plomo contiene. Es evidente que seria mejor averiguar exâctamente la pesantez específica á la manera de los físicos, y que aun con toda esta precaucion se tendria solamente una noción general é imperfecta de la pureza ó impureza del estaño, sin poder determinar nada sobre su naturaleza, ni sobre su aleacion, porque muchas causas extrañas, que nada tienen que ver con la proporcion de los dos metales, pueden influir sobre la pesantez específica de la aleacion.

54 Solo una analisis química puede bastar para adquirir un conocimiento positivo sobre las proporciones de la aleacion de plomo y estaño. Bayen y Charlard han dado un método tan bueno como sencillo, y fácil para hacer esta analisis. Han propuesto tratar cien partes del estaño sospechoso con casi trescientas de ácido nítrico bien puro, lavar el óxide de estaño que resulta con mas de treinta veces su peso de agua destilada, y evaporar esta de su mezcla con el ácido nítrico que se habrá decantado del óxide. Este líquido dará nitrato de plomo si se hallase este metal en el estaño exâminado: se calcina esta sal, y pesado el óxide de plomo se regula la cantidad de este metal que existe en la aleacion, rebaxando algunos centésimos, lo mas seis ú ocho, por la cantidad de oxígeno que el plomo ha absorbido del ácido nítrico. Habiéndose valido de este excelente medio para exâminar varias especies de estaño manufacturado, han reconocido que el que pasa por mejor, y se vende mas caro, contiene cerca de 0,10 de plomo,

y el estaño comun 0,25. Esta última cantidad de plomo en el estaño debe exponer á los mayores peligros á los que usan de utensilios de este metal, y por desgracia de él se hacen los vasos que mas comunmente se gastan, como las medidas de líquidos, y principalmente las de vino. Este punto merece la atencion de los gobiernos ilustrados (26).

55 La aleacion mas singular, y acaso mas notable, en que entra el plomo, es aquella que se llama hace largo tiempo aleacion fusible á causa de su maravillosa fusibilidad. Fundiendo juntas ocho partes de bismut, cinco de plomo y tres de estaño, resulta una aleacion que, como ha descubierto el ciudadano Darcet, tiene la propiedad de fundirse, ó por mejor decir, permanecer líquida á la temperatura del agua hirviendo, de manera que sumergida en este líquido á ochenta grados de Reaumur se derrite inmediatamente en el fondo del vaso que la contiene. Esta aleacion cristaliza dexándola enfriar lentamente, y puede ser algun dia de mucha utilidad para las artes.

#### *G. Accion sobre el agua y los óxides.*

56 El agua no tiene accion inmediata sobre el plomo, que no separa su oxígeno, ni le descompone; pero por poco que esté aereada, ó que los dos cuerpos se hallen á un mismo tiempo expuestos al ayre, se oxida el plomo pronta y fácilmente: agitando este metal dentro de un poco de agua al contacto del ayre, como lo hizo el Sr. Luzuriaga en sus experiencias sobre este objeto, se cubre inmediatamente de una costra blanca ó un óxide. He aquí qual es la causa de aquella línea blanca que se forma en los reservatorios de plomo en la línea de nivel del agua que contienen, punto en que este metal se halla en contacto con el ayre y el agua. Pero bien pronto se complica este efecto: el plomo oxidado absorbe el ácido carbónico de la atmósfera, y se forma carbonate de plomo, el qual se disuelve en el agua, como se prueba echando en ella algun hidrosulfuro que la hace tomar un color negro. Esta observacion se puede hacer en las cubetas que sirven para las experiencias de Química, y no se puede negar que este fenómeno

pase en todos los reservatorios de plomo que contengan agua, hallándose en todos ellos aquella faxita blanca, sobresaliente, y como hinchada, que marca el parage hasta donde llega el agua en estos vasos. Se ve pues que los canales, y sobre todo los reservatorios de plomo en que el agua está parada, son muy peligrosos en los usos de la vida, y que condenados en la antigüedad por Hipócrates, Galeno y Vitrubio debemos dar crédito á las observaciones de Vanswierien, de Tronchin y de Percebal, que han citado exemplos desgraciados de familias enteras envenenadas por agua detenida en reservatorios de plomo. Los óxides de plomo no son disolubles en el agua pura; pero por poco que esté ayudada de algun cuerpo salino, algun ácido ó álcali se carga mas ó ménos de ellos.

57 No hay accion alguna entre el plomo y los óxides metálicos; pues teniendo este metal tan poca atraccion con el oxígeno, no alcanza á descomponerlos. Algunas veces únicamente entra á partir el oxígeno con los otros óxides metálicos, y se oxida con ellos en un estado de equilibrio, lo que sucede comunmente en la preparacion de los esmaltes, y vidrios colorados. La mayor parte de los metales tienen por el contrario la propiedad de descomponer los óxides de plomo, robarle su oxígeno, y reducirles á metal, ó á lo ménos acercarlos ya mas ya ménos á este estado.

#### H. *Accion de los ácidos.*

58 El plomo se porta con los ácidos de otro modo muy diferente que el estaño. Se oxida mucho ménos que él por su accion, y se combina mucho mejor con los ácidos en general formando disoluciones permanentes. El ácido sulfúrico no obra en frio sobre el plomo, ni tampoco á una temperatura menor que la del ácido hirviendo. Por esto se gasta el plomo para forrar los quartos en que se quema el azufre para fabricar ácido sulfúrico: se altera muy poco este metal al contacto del ácido en vapor, y dura muy largo tiempo. Quando se hace calentar ácido sulfúrico concentrado sobre limaduras de plomo hasta que llega á her-

vir el ácido, se nota una efervescencia en que se desprende gas ácido sulfuroso, el plomo parece mudarse en un sulfate espeso blanco, que queda al fondo del líquido quando este es muy abundante, ó que se logra seco, si el ácido se ha empleado en cantidad suficiente para obrar siempre sobre el plomo. Lavando esta última masa blanca con agua destilada esta solo disuelve una pequeña porcion de sulfate de plomo con la ayuda de algun exceso de ácido sulfúrico, y esta locion da pequeñas agujas por la evaporacion. El ciudadano Monnet dice que se saca sulfate de plomo en prismas cortos, y el ciudadano Sagé le ha descrito en prismas tetraedros; mas se ha de observar que esta sal disuelta cristalizada no se puede lograr sin la ayuda de un exceso de ácido, y por esto algunos químicos negaron su existencia. Por mucha cantidad de agua que se emplee, como no se añada ácido sulfúrico, jamas puede disolver toda la masa blanca del sulfate de plomo, y por esto se mira generalmente esta sal como insoluble incristalizable, y poco descomponible. Casi no es alterable á un fuego fuerte, y solo se descompone con el carbon. Calentada sola jamas da azufre, y sí solo ácido sulfuroso. Las tierras alcalinas y los álcalis la descomponen, y separan el óxide de plomo puro absorbiendo el ácido sulfúrico. El óxide del sulfate de plomo parece contener 0,07 de oxígeno: ciento quarenta y dos partes de esta sal corresponden á ciento de metal, lo que es muy importante saber para los ensayes é indagaciones relativas á las combinaciones y diferentes estados de oxidacion del plomo.

59 El plomo no obra sobre el ácido sulfuroso, y se sabe, por lo que acaba de decirse, que en efecto este metal no desprende mas que ácido sulfuroso, y nunca azufre del ácido sulfúrico. El ácido sulfuroso no puede pues disolver al plomo; pero se une fácilmente con su óxide, y forma con él sulfite de plomo con tal que no esté demasiado oxigenado. He aquí lo que nos ha presentado esta combinacion al ciudadano Vauquelin y á mí en nuestras investigaciones sobre las combinaciones de este ácido con los metales. El óxide roxo de plomo, puesto en contacto con el

ácido sulfuroso líquido, se blanquea inmediatamente, y este ácido pierde su olor formándose una masa salina mezclada de sulfato y sulfite de plomo. Se saca solo sulfite, quando se trata el óxido blanco de plomo separado del nitrato de este metal, con el ácido sulfuroso: este sulfite así preparado es insípido é indisoluble. Al soplete sobre un carbon se funde, y da una leve llama fosfórica volviéndose de un color amarillo parduzco al enfriarse: calentado por mas tiempo se reduce en sus orillas, despues hierva, y pasa todo él al estado metálico. En un vaso cerrado da agua, ácido sulfuroso, azufre, y dexa sulfato de plomo de un color amarillo verdoso. Los ácidos sulfúrico y muriático desprenden de él ácido sulfuroso con efervescencia; el nítrico no le descompone, y así debe ser, pues el ácido sulfuroso roba por el contrario el óxido de plomo al ácido nítrico; pero le convierte en sulfato, y se desprende en vapor roxo. Los álcalis le quitan su ácido sulfuroso. Si en vez de tratar el óxido roxo con el ácido sulfúrico se trata con el sulfite de sosa enrojeciendo la mezcla, el óxido pasa al estado de metal, y el sulfite de sosa al estado de sulfato, pero con exceso de sosa; porque el ácido sulfúrico que se forma satura ménos sosa que el ácido sulfuroso. Todo esto prueba que el óxido roxo de plomo cede una porcion del oxígeno al ácido sulfuroso quando está solo, y todo su oxígeno quando está unido con la potasa ó la sosa.

6o El ácido nítrico un poco extendido en agua obra bien sobre el plomo, le oxida, y le disuelve tranquilamente haciendo una efervescencia continua é igual. Si es demasiado fuerte le dexa en óxido seco; pero este óxido se disuelve igualmente en el ácido nítrico débil, disolucion que no se enturbia por el agua: tiene un sabor al principio azucarado, y despues acerbo: se separa durante esta disolucion un polvo amargo gris indisoluble, que Grose habia creído ser mercurio; pero que seguramente no lo es, y está aun su naturaleza por determinar (27). Evaporando directamente esta disolucion da despues por el enfriamiento cristales regulares en forma de triángulos llanos, cuyos ángulos estan truncados. Por una evaporacion lenta y espon-

tánea se logran pirámides hexáedras truncadas en tres lados alternativamente anchos y estrechos, los que ha descrito muy bien Rouelle, y se parecen bastante á un sombrero de tres picos. Estos cristales saltan y decrepitan fuertemente sobre las ascuas arrojando chispas muy brillantes. Boerhaave dice que esta decrepitation peligrosa para los circunstantes ha hecho llamar á esta sal *plomo ó saturno fulminante*. Despues de esto queda un óxide de plomo amarillo ó roxizo, que se reduce á metal sobre las ascuas. En un vaso cerrado da gas nitroso, gas oxígeno, gas ázoe, y se vitrifica el óxide de plomo. La disolucion del nitrate de plomo precipita un óxide blanco por los álcalis, y negro y sulfurado por los sulfuretos é hidrosulfuretos. El ácido sulfúrico y los sulfates la descomponen, y forman un precipitado blanco, espeso é insoluble de sulfate de plomo. El ácido sulfuroso la precipita igualmente en sulfite de plomo.

61 La accion del ácido nítrico sobre los diversos óxides de plomo merece ser conocida con atencion. Antes de los trabajos de D. Luis Proust y del ciudadano Vauquelin no se sabia otra cosa sino que estos óxides eran solubles en el ácido del nitro; pero en el dia se sabe que la diferencia de los óxides ocasiona otra en la accion de este ácido. El óxide blanco y el amarillo se disuelven en él tranquilamente sin efervescencia, sin residuo, y sin mutacion sensible ni en su naturaleza ni en la del ácido; pero otra cosa sucede con el óxide roxo. Quando se vierte sobre este ácido nítrico de 26 ó 30 grados, hay desprendimiento de calor, se blanquea el óxide, se disuelve la mayor parte, y se separa al mismo tiempo una porcion de polvo negro insoluble. Este polvo bien lavado, recogido y secado, pesa 0,15 del óxide empleado: al exáminarle se reconoce ser un óxide de plomo pardo, mas obscuro que todos los que hemos mencionado, el mas cargado de oxígeno, y mas oxidado de todos. Tambien se consigue esta especie de óxide mas fácil y abundantemente por el ácido muriático oxigenado, como se dirá luego, y aquí solo explicaré lo que pasa en la accion del ácido nítrico. Casi

los seis séptimos del óxide roxo se disuelven en este ácido; pero como su estado de oxidacion á 0,09 de oxígeno no los permite disolverse, á medida que se separa el exceso de este principio, se dirige contra el séptimo que queda insoluble, y pardea: de manera que la desoxidacion de los seis séptimos y la sobreoxidacion del un séptimo son producto de la doble atraccion del ácido nítrico con el óxide blanco, y del óxide roxo con la porcion de oxígeno que basta para pasarle al estado de óxide pardo. En esto se ve por qué el óxide pardo y el óxide amarillo se disuelven en el ácido nítrico sin formar óxide pardo (28).

62 El ácido muriático obra, aunque débilmente, sobre el plomo y el óxide quando se calientan estos dos cuerpos: una parte de este óxide nada en el líquido, y otra se combina con él: esta es poco abundante, y solo se disuelve á costa del exceso de ácido, despues de lo qual da cristales prismáticos lisos brillantes, y en forma de agujas finas de muriate de plomo. Esta sal no es deliquesciente, se disuelve en el agua, tiene un sabor dulce-acerbo, y se descompone por los álcalis que precipitan un óxide blanco. Se unen mas directamente, y se saturan mejor estos dos cuerpos uno con otro, tomando un óxide de plomo para unirle con el ácido muriático, ó echando este ácido, sea libre, ó sea combinado con alguna base alcalina ó terrosa, en la disolucion del nitrato de plomo. Inmediatamente se forma un precipitado blanco, espeso, casi como cuajada, pesado, y mucho mas abundante que el que forma el ácido sulfúrico, el qual se reúne en el fondo del vaso. El ácido muriático tiene pues mas atraccion con el óxide de plomo, que no el ácido nítrico. El muriate de plomo formado de esta suerte tiene un sabor dulce, se disuelve en treinta veces su peso de agua, se funde al fuego con mucha facilidad, dando entónces un vapor blanco, que recibido en la boca la dexa por largo tiempo azucarada, y se condensa en polvo cristalino blanco sobre los cuerpos frios. Fundida esta sal, presenta una masa semivivida, brillante, de un gris obscuro ó pardo, la qual se ha llamado *plomo córneo*, sea porque tenga un aspecto se-



mejante al de ciertos cuernos, ó sea porque se parezca al muriate de plata, que despues de la fusion se llamaba *platta córnea*. Despues de disuelto el muriate de plomo en el agua, se sacan por la evaporacion cristales prismáticos subhexáedros y estriados. El ácido sulfúrico, segun nota Grosse, precipita esta disolucion en sulfato de plomo indisoluble. Con los reactivos alcalinos y sulfurados se presenta del mismo modo que las demas sales de plomo.

63 Quando se hace calentar levemente el óxide roxo de plomo con el ácido muriático, parte de este pasa al estado de ácido muriático oxígeno, miéntras que el óxide desoxígeno se une á otra porcion del ácido, y forma muriate de plomo en polvo blanco, que un exceso de ácido vuelve despues á disolver. Así el ácido muriático no puede unirse con el óxide roxo de plomo sin desoxigenarle, y llevarle al estado de óxide blanco. Por eso el plomo tratado con el gas ó ácido muriático oxígeno líquido pasa solo al estado de óxide blanco, y se une entónces al ácido muriático desoxígeno por la oxidacion del metal. El ciudadano Fabroni ha propuesto preparar así el ácido muriático oxígeno para la restauracion de las estampas. Se saca este ácido por este método con la advertencia de emplear solo poco óxide roxo de plomo, y quanto baste para saturarle; porque si se aumenta la dosis, se logra entónces muriate de plomo y una porcion de óxide pardo. Estos efectos anuncian: 1.º que el ácido muriático solo se une con el óxide blanco de plomo, y desoxida al roxo ántes de unirse con él: 2.º que este ácido tiene mas atraccion con el óxide blanco, que la que el óxide roxo tiene con el oxígeno del ácido muriático oxígeno; y 3.º que miéntras hay ácido muriático libre para obrar sobre el óxide roxo de plomo, este no sufre alteracion alguna de parte del ácido muriático oxígeno, que se desprende y volatiliza (29).

64 El ácido muriático oxígeno gaseoso, recibido en el agua en que se ha puesto óxide de plomo blanco, amarillo ó roxo, es absorbido, ennegreciéndose inmediatamente este, ó por mejor decir, volviéndose pardo, y aca-

bando por disolverse. Así se forma el muriate sobreoxigenado de plomo, que queda en disolucion de color amarillento. Si se precipita esta disolucion por la potasa ó la sosa, el óxide de plomo se posa con un color roxo obscuro. Tambien se logra el muriate sobreoxigenado de plomo, que precipita de color roxo obscuro por los álcalis, echando ácido muriático oxigenado sobre el nitrato de plomo, en el qual no hay precipitado al principio, pero acaba por depositarse en polvo pardo ó roxo. Una cantidad mayor le vuelve á tomar en disolucion. Debemos á D. Luis Proust el conocimiento de esta sal, que es muy diferente del muriate de plomo ordinario. Éste muriate sobreoxigenado negro, quando no está disuelto en el agua, se disuelve muy bien con un exceso de ácido muriático oxigenado. Todo óxide de plomo blanco, puesto en contacto con este último ácido, adquiere un color roxo, y al fin pardo ó de pulga. El muriate sobreoxigenado de plomo precipita de color blanco por el amoníaco, el qual descomponiéndose en parte descompone inmediatamente al óxide de plomo roxo á medida que le precipita. El ciudadano Vauquelin ha hecho un nuevo exámen de este óxide sobreoxigenado de plomo, y del modo de prepararle: resulta de sus indagaciones que sobre cien partes de óxide roxo de plomo se sacan de esta manera sesenta y ocho de óxide pardo, y que en esta accion recíproca hay un efecto doble, que tira igualmente á aumentar la cantidad de óxide pardo; y efectivamente, mientras que el ácido muriático oxigenado cede su oxígeno á una parte de óxide, otra porcion de este le pierde para unirse á la parte de ácido muriático desoxigenado, con la qual forma muriate de plomo: esta segunda proporcion de oxígeno, separada de una parte del óxide, se dirige sobre la otra del mismo óxide, y se sacan así 0,68 de óxide pardo por este método, mientras que por el ácido nítrico solo se sacan 0,15.

65 El óxide de plomo pardo, obtenido por uno ú otro método, tiene, segun el mismo químico, propiedades muy diferentes de las de los demas óxides de este metal. Es de un color pardo obscuro, brillante aterciopelado, y pareci-

do al que se llama de pulga: al soplete amarillea, y se funde, se reduce sobre las ascuas con hervor: calentado en una retorta da gas oxígeno muy puro, y se convierte en vidrio de plomo: el mismo gas da quando se le destila con ácido sulfúrico, y en esta parte hace lo que el óxide de manganeso: insoluble en el ácido nítrico se disuelve en el nitroso: el azúcar y la miel le hacen disoluble en el primero: el ácido muriático hierva inmediatamente con él, y pasa al estado de ácido oxigenado. Descompone rápidamente al amoníaco, y forma ácido nítrico con uno de los productos de esta descomposicion. Inflama al azufre solo por la trituracion, y le hace arrojar una llama muy viva, pero sin detonacion: no inflama al carbon: En fin el óxide de plomo de color de pulga se une fácilmente con el aceyte de olivas, á quien convierte en un ungüento pardo-claro, muy sólido.

66 El ácido fosfórico líquido ataca muy lentamente al plomo, y le convierte poco á poco en fosfate de plomo blanco é indisoluble. Pero los fosfates alcalinos y disolubles forman en el instante esta sal quando se les une con el nitrate de plomo, y aun con el muriate si se aplica el fuego, como veremos mas adelante. Es verosímil que por efecto de estas dobles descomposiciones se forme el fosfate de plomo sólido, cristalizado ó en depósitos, que se encuentra en el dia con tanta frecuencia en las minas de este metal. Este fosfate, que parece hacerse disoluble por un exceso de ácido fosfórico, y aun de otros ácidos, es fusible, y cristaliza en poliedros regulares al enfriarse. El carbon hecho ascua le descompone, le convierte en fósforo y plomo, y él pasa al estado de ácido carbónico. Los ácidos sulfúrico, nítrico y muriático le descomponen por la via húmeda, y nos dan el arbitrio de separar de él el ácido fosfórico. Tambien le descomponen los carbonates alcalinos por una doble atraccion.

67 Se conoce muy poco la union del ácido fluórico y borácico con el plomo. Unicamente se sabe que se forman fluates y borates de plomo poco solubles por efecto de las atracciones electivas solubles, echando disueltos los fluates

y borates en la disolucion nítrica de plomo; que estas sales se precipitan entónces en polvo blanco casi insípido, y que se descomponen por los ácidos sulfúrico, nítrico y muriático, que tienen mas atraccion con el óxide de plomo que el fluórico y borácico.

68 El ácido carbónico se une fácilmente con el óxide de plomo; y así á medida que este metal se quema por el contacto del agua y del ayre, absorve poco á poco el ácido carbónico de la atmósfera, y pasa al estado de carbonate de plomo, que parece ser disoluble en el agua con la ayuda del ácido carbónico. Tambien se verifica esta disolucion cargando el agua de ácido carbónico, y dexándola despues sobre el óxide de plomo. Esta agua se enturbia bien pronto, y se ennegrece por el contacto de un hidrosulfureto. Las sales de plomo solubles ó disueltas, descompuestas por los carbonates alcalinos, dan un precipitado de carbonate de plomo, que es el mejor método de quantos se emplean para tener esta sal. Por la reunion de semejantes circunstancias se forma probablemente el carbonaté de plomo tan abundante en las entrañas de la tierra, y que se halla tan frecüentemente ya entre las minas de este metal, ya entre las de cobre: es evidente que el agua le ha tenido en disolucion, porque se presenta comunmente baxo la forma de cristales, de depósitos, de estalactitas é incrustaciones, y que quando se le analiza se halla en él una corta cantidad de este líquido, prueba de ello su decrepitation sobre las ascuas, y su destilacion en un aparato bien cerrado. Al fuego y en vasijas cerradas da ácido carbónico y un óxide de plomo. Se reduce prontamente por medio del carbon: los ácidos le disuelven con una efervescencia, cuyo producto es gas ácido carbónico: el sulfureto amoniacal y su vapor le ennegrecen de repente, y hacen conocer bien pronto.

69 Todos los ácidos metálicos se unen con el óxide de plomo una vez formado, y no tienen accion alguna, ó á lo ménos la tienen muy débil sobre este metal.

A. Segun Scheele el plomo se ennegrece quando se le hace digerir en la disolucion de ácido arsénico, y se cubre

de un polvo blanco sin que el ácido que sobrenada retenga óxide del primer metal. Tratadas sus limaduras con el doble de su peso de ácido arsénico sólido por destilacion, la mezcla corre en una masa transparente, se levanta un poco de ácido arsenioso, y queda un vidrio lechoso, que lexivado dexa precipitar mucho polvo blanco al paso que se disuelve una porcion del ácido arsénico. Se ve pues aquí al plomo quitar á una parte del ácido arsénico porcion de su oxígeno, y unirse en óxide blanco con otra parte de este ácido. Este arseniate de plomo no es disoluble, parece fundirse en vidrio blanco, y se forma precipitando el nitrato y muriato de plomo por el ácido arsénico que les quita el óxide de plomo.

*B.* Dicho químico ha descubierto que el ácido túnstico precipita y separa al óxide de plomo de la disolucion nítrica de este metal en tunstate de plomo blanco indisoluble, y que el ácido molíbdico descompone al nitrato y muriato de plomo formando un depósito blanco y abundante con sus disoluciones. Ha probado con esto que los ácidos túnstico y molíbdico tienen mas atraccion con el óxide de plomo que no el ácido nítrico; que el molíbdico tiene aun mas que el muriático, y que así el tunstate como el molibdate de plomo son indisolubles en agua. Se ha visto mas arriba que esta última sal existia en la naturaleza baxo la forma de cristales ó tablas hexâedras de un amarillo claro, en lo que llaman plomo amarillo de Bleyberg; y que esta sal nativa habia sido descompuesta por Mr. Klaprot con el ácido muriático, lo que parece contradecir al hecho anunciado por Scheele de la descomposicion del muriato de plomo por el ácido molíbdico.

*C.* El ácido crómico, como se ha visto mas arriba, ha sido descubierto por el ciudadano Vauquelin combinado con el óxide de plomo en la mina de plomo roxo de Siberia. Quando, despues de haber descompuesto esta sal por las disoluciones de carbonato de potasa, de sosa ó de amoníaco, pues todas tres tienen igual propiedad en esta parte, se junta la disolucion de cromate alcalino con una disolucion nítrica de plomo, se forma en el instante mis-

mo por atracciones electivas dobles un nuevo cromate de plomo, que presenta el color y todas las demas propiedades del natural, ménos la cristalización.

*I. Accion sobre las bases y sales.*

70 Las tierras y los álcalis no tienen accion alguna sobre el plomo; sin embargo estos últimos favorecen su oxidacion por el ayre, y mas por el agua aereada, en razon de la atraccion que tiran á exercer sobre el óxide de este metal. Las tierras, especialmente la sílice y la alúmina, se unen muy bien por la accion del fuego con el óxide roxo de plomo, y de ello resulta una vitrificacion amarilla, homogénea, pesada, que se llama vidrio de plomo quando la proporcion del óxide es muy grande. A causa de la fuerte vitrescibilidad que comunica el óxide de plomo á las substancias terreosas, se gasta en la composicion del vidrio en la dosis de un sexto ó un quinto de las demas materias que constituyen la composicion vidriosa. En otro tiempo solo se usaba este óxide para la preparacion de los esmaltes y barnices de vajillas; pero las fábricas inglesas aprovechándose de las observaciones recogidas sobre la excelente fusion de estas mezclas, empezáron á aumentar la dosis de este óxide en las composiciones de sus vidrios; y á imitacion suya se establecieron en muchos paises, principalmente en Francia, un gran número de fábricas de vidrio, en que se gasta mucho el óxide de plomo. Por esta adiccion se sacan vidrios pronta y completamente fundidos, homogéneos en sus pastas, sin rayas, ampollas, pelos ni defectos. Estos vidrios son pesados, lustrosos, de un color negro uniforme en su fractura, de un blanco puro en su transparencia, que refractan y dispersan fuertemente los rayos de luz, y producen en sus facetas quando estan tallados, los bellos y varios colores del arco iris, que admiramos en las arañas y otros objetos de adorno. Pero este vidrio tan hermoso á la vista, y tan útil por su poco precio, tiene grandes inconvenientes para las vasijas de Química, y muchas veces obra fuertemente sobre las

materias que en ellas se ponen á causa de la gran cantidad de plomo que contiene. Esta combinacion con el óxide de plomo nos da tambien, en virtud de la densidad y homogeneidad que comunica á la masa vitrificada, aquel vidrio tan útil para la construccion de instrumentos astronómicos y anteojos acromáticos, que se conoce baxo el nombre de *flint-glass*, y cuya preparacion no es ya un problema sino por lo que hace á fabricar con él grandes masas; pues no hay cosa mas comun que pedazos pequeños de él. Por lo demas todo quanto pertenece á esta union del óxide de plomo con las materias vitrificadas es asunto todavía de bellas y útiles indagaciones para los químicos.

71 Las tierras alcalinas y los álcalis se unen muy fácilmente con el óxide de plomo. El ciudadano Berthollet describió en 1788 la combinacion del óxide de plomo con la cal. El agua de cal hervida por algun tiempo sobre el óxide de plomo medio vidrioso ó el litargirio, disuelve mejor á este óxide que al roxo. Evaporada esta disolucion en una retorta da cristalitros transparentes que refrangen los colores del iris, y no son mas solubles que la cal. Los sulfates alcalinos descomponen esta especie de plomite de cal; pues se ve aquí al óxide de plomo hacer las veces de un ácido débil: el gas hidrógeno sulfurado le descompone igualmente; y los ácidos sulfúrico y muriático precipitan al plomo en sulfate y muriate. Esta misma disolucion ennegrece la lana, las uñas, los pelos, la clara de huevo, y no obra sobre el color de la seda, de la piel ni de la yema. El ciudadano Berthollet observa tambien que la simple mezcla del óxide de plomo roxo y la cal que le hace pasar á blanco, ennegrece las materias animales; y como esta mezcla es la que se emplea para teñir las canas, anuncia con razon que es ménos dañosa que las disoluciones de plata, de que algunos se sirven muchas veces inconsideradamente para el mismo uso: no obstante debilita, dice, las substancias animales, y á la cal es á quien se debe esta debilitacion. porque no sufre mas la lana por la mezcla del óxide de plomo y cal, que por la accion de la cal sola (30).

72 Bergman habia notado ántes que el ciudadano Ber-

thollet que los álcalis fixos cáusticos disolvian al óxide de plomo, y esto es lo que se observa quando se precipitan las disoluciones de este metal con los alcalis aplicados con exceso. Resta á los químicos examinar las combinaciones de estos cuerpos, y determinar por qué los álcalis cáusticos favorecen la separacion del oxígeno de los óxides de plomo, así como lo hacen con otros varios óxides metálicos, lo que ya he hecho notar en algunos artículos precedentes.

73. El plomo no obra sobre los sulfates, en lo que difiere mucho del estáño que les descompone: esto nace de su menor atraccion con el oxígeno. Arde lentamente con ayuda de los nitrates; y quando se echa nitro en polvo sobre el plomo fundido y algo rusciento, solo se excita un pequeño movimiento, y no se observa llama aparente. Despues de terminada la accion entre estos dos cuerpos se encuentra al óxide en hojuelas amarillentas, semividriosas y semejantes á las de litargirio.

74. Hay una accion sensible entre los muriates y el plomo, y esta accion ha dado sucesivamente origen á varias operaciones de Química y diversos productos de las artes. Se ha observado ha largo tiempo que, metida una plancha de plomo en agua cargada de muriate de sosa, se alteraba y cubria de una costra de óxide blanco. Sábese tambien que el óxide de mercurio rojo y el litargirio se blanquean por el contacto del muriate de sosa húmedo ó disuelto en el agua. Este contacto, á fuerza de tiempo y de agitación, forma uno de los métodos tan buscados por los químicos modernos para descomponer la sal marina, y separar de ella la sosa: se creyó primeramente que solo se descomponia de esta suerte una parte de ella, y se formaba un poco de muriate de plomo; que era mas grande la descomposicion con el auxilio del calor, y que así se preparaba en algunas fabricas el muriate de plomo amarillo de limon, muy empleado en la pintura de algunos años á esta parte baxo el nombre de *amarillo ingles*, y que sirve especialmente por su brillo y hermosura para coches y papeles pintados. Estas ideas han sido rectificadas, y la



historia de la descomposicion de la sal marina por los óxidos de plomo ha quedado del todo aclarada por las últimas experiencias del ciudadano Vauquelin. He aquí el resultado de su trabajo sobre este punto: mezcladas siete partes de litargirio bien triturado con una de muriate de sosa, han sido regadas con la cantidad de agua necesaria para darles la consistencia de una papilla, y agitadas durante algunas horas para facilitar su accion recíproca. El óxido se volvió blanco aumentando de volúmen, y la mezcla absorbiendo el agua tomó una consistencia considerable: despues de haberla añadido nuevas cantidades de agua durante quatro días, se desleyó el todo en unas siete ú ocho partes, se filtró, y el líquido sensiblemente alcalino tenia un poco de muriate de plomo, y nada de muriate de sosa; y evaporado hasta la décima parte de su volúmen dió cristales de carbonate de sosa, que eran opacos por algunos vestigios de muriate de plomo. El óxido de plomo, residuo de esta lexía, habia aumentado cosa de un octavo de su peso: tomó á un calor suave un bello color de limon perdiendo 0,025, y era insoluble en el agua. La sosa disolvió una porcion de óxido igualmente que el ácido nítrico débil. Estos disolventes separaron muriate de plomo puro y cristalino, despues de haberle quitado el óxido de plomo. En fin esta masa, residuo del tratamiento de la sal marina por el plomo, se ha presentado con todos los caractéres de un muriate de plomo que contiene un exceso de óxido de este metal.

75 El ciudadano Vauquelin infirió de estas experiencias: 1.º que el litargirio que ha servido para descomponer la sal marina, y que la descompone en efecto completamente quando se halla en cantidad suficiente, es un muriate de plomo con exceso de óxido: 2.º que los álcalis cáusticos no descomponen esta sal, ni hacen mas que disolverla: 3.º que la atraccion del muriate de plomo para con un exceso de óxido de este metal es la causa de la descomposicion del muriate de sosa por el litargirio: 4.º que el exceso de óxido da al muriate de plomo la propiedad de tomar el color amarillo brillante por el calor, propiedad

que no tiene el muriate de plomo simple: 5.º que el mismo exceso de plomo le hace insoluble en el agua: 6.º que este exceso puede quitarse á la sal por el ácido nítrico, quien le reduce al estado de muriate de plomo ordinario. Confirma aun estas útiles inducciones probando que la sosa cáustica no descompone al muriate de plomo comun sino llevándole al estado de muriate con exceso de óxide, tan fácil de conocer por su forma pulverulenta, por el color amarillo que el fuego le comunica, y por su descomposicion en el ácido nítrico, que le convierte en nitrate de plomo y muriate de plomo simple. Queda probado que el óxide de plomo descompone al muriate de sosa por una atraccion doble, á saber, la de este óxide con la del ácido muriático y la del muriate de plomo con un exceso de óxide; que para esto es necesario una gran cantidad de este último si ha de haber descomposicion; que los  $\frac{5}{6}$  á lo ménos se gastan en formar el muriate con exceso de óxide; que el litargirio descompone completamente la sal marina, quando esta halla en cantidad suficiente, mientras que la sosa no descompone jamas completamente al muriate de plomo, y le reduce solo al estado de muriate con exceso de óxide, y que el carbonatè de sosa descompone la misma sal enteramente:

76 En quanto á lo demas el mismo químico ha hallado que habia tambien un sulfatè y nitrate de plomo con exceso de óxide, y que probablemente todas las sales del plomo presentan esta propiedad de poderse doblar en su proporcion; que descomponiendo el sulfatè y nitrate de plomo por los álcalis, y principalmente por el amoniaco, se separa no un óxide sino una verdadera sal con el exceso de óxide. Sospecha que la cal descompone al muriate de sosa por el mismo mecanismo de sobresaturacion del muriate de cal en su base y de la superabundancia de cal: lo que concuerda con lo que anuncié largo tiempo ha sobre el residuo de la descomposicion de la sal amoniaca por la cal, indicándole como un muriate calizo con exceso de base.

77 La descomposicion del muriate amoniacal por el plomo, y sobre todo por su óxide, se conoce ha largo tiempo en los laboratorios de Química. Triturados en un mortero los óxides de este metal con la sal, hacen desprender en frio muy sensiblemente amoniaco, como se conoce por el olor vivo que inmediatamente se despidе. Destilando una mezcla de una parte de óxide de plomo-roxo y dos de muriate de amoniaco en una retorta, se saca un amoniaco muy puro y cáustico. Si el minio ha permanecido algun tiempo al ayre da un poco de carbonate de amoniaco en esta operacion, y si se emplea carbonate de plomo nativo ó artificial se logra carbonate amoniacal cristalizado y sublimado. El residuo de estas destilaciones es muriate de plomo, que en nada difiere del que se prepara por los métodos arriba indicados. En otro tiempo se gastaba mucho este residuo de la descomposicion del muriate de amoniaco por el óxide de plomo, á quien atribuian virtudes particulares; pero no se diferencia del muriate de plomo ordinario, y como tal sirve solo en diversas operaciones.

78 El muriate sobreoxigenado de potasa quema al plomo con mucha mas actividad que el nitrate de potasa. La mezcla de tres partes de esta sal y una de plomo fulmina al golpe de un martillo, y presenta una llama viva. Si se acerca á este mixto un cuerpo inflamado se enciende aunque con poca energía, y se consigue un óxide de plomo blanco y puro, del qual se puede separar el muriate de potasa por medio del agua. Los fosfates, fluates, borates y carbonates no padecen alteracion alguna de parte del plomo, ni ellos tampoco se la causan; no obstante se les combina con los óxides de este metal por la fusion al soplete, y se sacan vidrios amarillentos ó grises opacos ó transparentes.

#### K. Usos.

79 No hay metal que se gaste mas que el plomo, y por desgracia ninguno hay mas peligroso para la economía animal. Los reservatorios, los caños, y vasos en que se

conservá, ó por los cuales atraviesa el agua, son enemigos que incesantemente amenazan nuestra salud. Tristes ejemplos nos prueban que el uso de este metal en las necesidades de la vida va acompañado muchas veces de cólicos, de ictericia, de enfermedades del hígado, de perlesía y otras afecciones tanto mas terribles quanto mas oculta es la causa, ó ménos se presume qual sea. Seria pues muy prudente proscribir este metal á lo ménos de los usos económicos en que está demasiado adoprado.

8o Los efectos ponzoñosos que produce en el hombre y los animales deben hacerle colocar entre los cuerpos narcóticos: he aquí por qué la perlesía es el término de su accion venenosa, que no se cura sino por remedios tónicos, excitantes, fortificantes, y sobre todo por la electricidad, así como se calman los dolores vivos y agudos, ó especie particular de cólico que ocasiona caracterizado por el vómito y encogimiento del ombligo, por evacuantes poderosos quales son los antimoniales. Se ha de advertir que el plomo causa estas enfermedades de que hablamos, sea porque se respire con el ayre el vapor que exhala durante su fusion, sea por el polvo de este metal que se derrama en la atmósfera, sea por las moléculas que los aceytes de la pintura llevan consigo quando se secan, ó sea en fin por las que el agua disuelve, quando permanece sobre él, con auxilio principalmente del ácido carbónico. ¡Qué horribles males no debian temerse quando el vino se guardaba en vasijas de plomo, y quando corriendo por una plancha de este metal, que cubria en otro tiempo los mostradores de las tiendas de los tratantes de vino, abria este líquido, siempre agrio, y pronto á disolverle, surcos muy perceptibles sobre las planchas, tomando una dulzura pérdida al paso que disolvia el metal! ¡Qué horribles quando se media el vinagre en vasos de plomo! entónces sí que habia riesgo de ser uno envenenado. El estaño que contiene demasiado plomo tambien es dañoso, especialmente quando en él se ponen ó dexan por algun tiempo líquidos ácidos ó disolventes. (31).

8.1. A vista de esto es difícil de comprehender quanta

ha sido la imprudencia y quanto mal han podido causar aquellos médicos que se han atrevido a proponer el uso interno de las preparaciones del plomo en varias enfermedades. Los facultativos ilustrados jamas le prescriben interiormente, y solo le administran como tópico y calmante, anti-inflamatorio y repercusivo en las enfermedades externas. Aun en la administracion exterior de este medicamento son tambien muy circunspectos, y saben muy bien que, empleandole en las enfermedades de la piel como granos, erupciones &c., es muchas veces peligroso el curar ó introducir el humor que sale fuera: Cometan pues el atentado mas terrible contra la seguridad pública aquellos hombres sin luces y sin talento, que prescriben las aplicaciones externas del plomo en estas enfermedades, y mas de una vez son llamados los verdaderos médicos para curar ó calmar los males producidos por la impericia y audacia de semejantes hombres. La experiencia y el raciocinio han probado que las preparaciones sulfurosas son los medios mas seguros de remediar estos males.

82 Es el plomo mucho mas útil en las artes, y no tiene los inconvenientes que se siguen á su uso en las necesidades de la vida: los emplomados de las casas, los caños de conduccion para las aguas llovedizas, las cubetas y reservatorios para contener diferentes baños de tintes &c. son los principales servicios que hace á la sociedad. Con él se forran los quartos en que se quema el azufre para sacar ácido sulfúrico: con él se revisten las cajas en que se conserva el té, el tabaco &c. para impedir que se sequen, mantenerles frescos, húmedos y olorosos; y con él se hacen balas de artillería.

83 Tambien se gasta y modifica de mil maneras en algunas manufacturas; y así se preparan con él, como diré en otra parte, el albayalde, la cerusa, el acerite llamado *sal* ó *azúcar de Saturno*, el óxido roxo ó minio, y el óxido amarillo semivitrificado ó litargirio, que sirven para las fábricas de cristales; para los esmaltes, los barnices de porcelanas, de talaveras, de vidriados comunes, y para la preparacion de vidrios colorados y falsas piedras

preciosas. Se emplean estos óxides en la extraccion de la sosa y en la fabricacion de varios colores, principalmente los amarillos, y se les mezcla con otros óxides para hacerles vitrificables ó modificar sus colores.

84 En fin es uno de aquellos cuerpos que mas necesitan los químicos para sus varias experiencias; porque ademas de los utensilios que se fabrican con él, como pesas, retortas, tubos, cápsulas de evaporacion lenta, forros de cubetas neumato-químicas, se gasta como objeto perpetuo de experiencias é indagaciones: sus óxides sirven de intermedio para las vitrificaciones; sus disoluciones de reactivos; sus aleaciones de instrumentos ventajosos; y sus atracciones de medios de infinitas descomposiciones y combinaciones.

## ARTICULO XVIII.

### *Del hierro.*

#### A. HISTORIA.

**E**l hierro, mirado no ha mucho tiempo por los químicos como un metal vil y baxo, es sin embargo la substancia mas útil é importante de todas las metálicas. Sin él no tendríamos artes, el hombre hubiera quedado en el estado salvaje, y hubiera disputado su alimento cuerpo á cuerpo con las fieras; sin él no hubiera agricultura, y la tierra no cederia á la reja que hoy la rompe; sin él todos los metales serian nulos para nosotros, pues del hierro reciben sus formas y sus varias dimensiones. El solo casi representa á todos los demas metales; puede hacer las veces de todos, y ninguno reemplazarle á él; si la escasez, brillo y poca destructibilidad colocan ántes que á él así el oro como la plata, los innumerables servicios que la sociedad debe al hierro deben conciliarle mas estimacion de parte de los hombres meditadores: no brilla á la verdad, ni tiene un lustre tan vivo; no le ha adornado la naturaleza con un color tan hermoso; pero le ha dado propiedades

íntimas que son mucho mas preciosas : nos pasaríamos muy bien sin casi todos los demas metales ; pero el hierro por el contrario es indispensablemente necesario : sin este metal la condicion humana seria verdaderamente miserable , y así lo prueba la historia de aquellos pueblos á quienes todavía no ha llegado el arte de trabajarle , los cuales ceden con gusto el oro de que abunda su suelo por pedazos de hierro , que otras naciones mas cultas y felices les llevan en cambio.

2 Estudiando así el filósofo la marcha del espíritu humano , y comparando la suerte y estado de las diversas naciones que cubren nuestro globo , nota que el trabajo del hierro parece ser la medida de su inteligencia , del adelantamiento de su razon , y del grado de perfeccion á que han llegado sus artes. Considerado baxo este punto de vista , y como que da á los hombres , por la variedad de sus usos é innumerables necesidades que satisface , muchos placeres que les serian del todo desconocidos sin los productos de su industria , contribuye el hierro singularmente á extender nuestras ideas , á multiplicar nuestros conocimientos , y hacer marchar nuestro espíritu hácia aquella perfectibilidad que la naturaleza le ha dado , no solo como carácter de la especie humana , sino tambien como fuente de todos los bienes que gozar puede. El hierro es el primer instrumento de las máquinas , el móvil mas útil de la mecánica : el hierro en manos del hombre domina , por decirlo así , y manda á todos los cuerpos : todos obedecen á su poder , y mudan sucesivamente de forma y propiedades por la influencia perpetua que exerce sobre ellos. En una palabra él es el alma de todas las artes , la fuente de casi todos los bienes ; y la perfeccion de su trabajo viene á ser generalmente así el término de la inteligencia , como el tipo de la felicidad y conveniencias que el hombre puede gozar sobre la tierra. Parece que la naturaleza ha ligado de un modo particular la suerte de la humanidad con las numerosas propiedades del hierro presentándole en casi todos los lugares , derramado con gran profusion casi siempre á la superficie , fácil de reconocer y hallar , y no oculto en sus

entrañas, segun estan mas ó ménos hondas, las demas substancias metálicas. Si los poetas caracterizáron la primer época de la corrupcion y miseria del hombre por la palabra *siglo de hierro*, los filósofos por el contrario han considerado la época en que este metal se trabajó como una verdadera renovacion de la especie humana; pues los bienes sin número que este trabajo nos ha podido acarrear superan en mucho á la dificultad y dureza de las fatigas necesarias para procurarnosle.

3 Aunque mil hechos de la historia prueban que los antiguos no supiéron trabajar el hierro como los pueblos modernos, los historiadores de la Química han colocado la cuna de su ciencia en los primeros forjadores de hierro, cuya existencia hacen subir á las primitivas edades del mundo. En los anales políticos de los pueblos se cree comunmente que los antiguos se servian mucho mas del cobre que del hierro; porque tanto los vestigios de su existencia y las ruinas sepultadas de su industria, como los monumentos literarios de sus usos, nos indican haber sido de cobre la mayor parte de los instrumentos y utensilios que en el dia fabrican de hierro los modernos. Pero en esta apreciacion de las artes antiguas no se ha contado bastante con la destructibilidad tan fácil del hierro comparada con la indestructibilidad, ó á lo ménos mucho mayor del cobre y sus aleaciones. Los griegos y los romanos usaban sin duda mucho ménos del hierro que del cobre en la mayor parte de las circunstancias de la vida; y los muebles de toda especie, que la curiosidad y las excavaciones hechas en el suelo que habitáron nos hacen descubrir cada dia, lo prueban efectivamente. Pero si destruyendo el orin, sus máquinas y utensilios de hierro, y resperando las de bronce y de cobre, parece dar toda la ventaja á los últimos sobre los primeros: demasiados pasages de los escritos de sus historiadores, poetas, oradores y filósofos que han llegado hasta nosotros, prueban que supiéron trabajar el hierro, y darle varios estados y formas, para que dudemos del grado de adelantamiento á que habian llegado en este género. Los combates tan frecuentes y sangrientos



en que el hierro armaba sus brazos, nos darian de ello una prueba sin réplica quando un monton de monumentos no nos lo confirmase por otra parte.

4 Los alquimistas qualificáron al hierro con el nombre de Marte consagrándole al Dios de la guerra, cuyos furrores ha seguido siempre, y cuya dureza en algun modo ha igualado. Su signo característico, así como el del planeta, era un círculo con el signo prolongado de la acritud ó corrosion, ó con una especie de punta de saeta inclinada á la derecha. Los alquimistas querian decir con esto que creian hallarse en el contenido el oro, pero profundamente oculto, y que así llevaba el hierro consigo una acritud en alguna manera superabundante, y muy patente: por eso esta qualidad era la primera que se representaba en este signo, y la que hacia el principal papel. De la denominacion de Marte dada al hierro debia derivarse naturalmente la de *marciales*, que se ha atribuido siempre á las diversas preparaciones que se hacen con este metal. En efecto no hay uno que haya sido mas atormentado por los agentes químicos, y sometido á mas experiencias é indagaciones; y la lista de los compuestos ferruginosos y de las varias formas que le han hecho tomar para apropiarle á las enfermedades, seria tan larga como fastidiosa, y fuera de lugar en el estado actual de la ciencia. Los adeptos fundáron tambien muchas mas esperanzas, y concibiéron proyectos mucho mas ambiciosos sobre la medicina universal de las propiedades medicinales del hierro, que los que se formáron los alquimistas acerca de su loca y quimérica esperanza de hacerle servir para el descubrimiento de la *grande obra*, ó piedra filosofal. Si han quedado igualmente frustradas, como era fácil de presumir, las pretensiones de unos y otros, la Química no ha dexado de sacar alguna ventaja y fruto de sus investigaciones laboriosas. En esta parte principalmente es donde no hallando jamas lo que tanto buscaban, encontráron muchas veces lo que no querian; y quando mas distantes estaban del objeto de sus trabajos, se acercaban mas al de los sabios y verdaderos filósofos.

5 Los autores sistemáticos de Química se aprovecharon de estos esfuerzos tan penosos; reunieron los descubrimientos escapados en alguna manera de las manos de los alquimistas y adeptos; recogieron y compararon los hechos que estos habian observado tan laboriosamente; sacaron de ellos resultados generales sobre las propiedades del hierro; les recopilaron metódicamente, y compusieron con ellos un sistema regular añadiéndole las observaciones igualmente numerosas y útiles de los mineralogistas, doctores y metalurgistas, que por su parte han multiplicado singularmente sus trabajos sobre las diferencias y estados de este metal, sobre sus combinaciones naturales, sobre los medios de separarle, de obtenerle puro, y darle aquellas varias propiedades que hacen tan notable su historia como importantes sus usos. He aquí como se formaron aquellas inmensas colecciones de hechos que abraza el estudio del hierro, y que se hallan reunidos en muchas obras escritas *ex professo* sobre este metal; pues no hay uno que haya tenido mas autores monógrafos que él, entre ellos Swedemborg, Bouchu y Courtivron, Reaumur, Rinman, Bergman, y otros muchos que seria inútil citar.

6 En todas las épocas de la ciencia química, y diversas revoluciones que ha tenido, el hierro ha sido siempre objeto especial de trabajos mas ó ménos completos, y materia de descubrimientos mas ó ménos preciosos. Enlazado con los principales y mayores acontecimientos de la física, ha hecho tambien un papel muy importante en el descubrimiento de la brújula, y por consiguiente de la navegacion. Es el único metal que se ha creído poder fabricar del todo, y componer inmediatamente por la union de la tierra y el fuego. Hallándosele, como se halla, en toda análisis exácta, sea el cuerpo de la clase que quiera, y viéndole distinguido con todos los colores posibles por las operaciones de la Química, se le ha mirado como uno de los principios primitivos y necesarios de los cuerpos; como parte colorante de las piedras desde las mas comunes hasta las mas preciosas; como cuerpo que matiza todos los colores oscuros ó brillantes de las flores y materias

vegetales; y que tiñe con su rico y brillante encarnado la sangre de los animales. No contentos con caracterizarle por su propiedad exclusiva de ser susceptible del magnetismo, de ser reservatorio del fluido á quien se atribuye esta fuerza, y animar así en algun modo los minerales, aunque en el dia está bien reconocido que el níquel y el cobalto le acompañan en esta maravillosa propiedad, le han seguido y encontrado los físicos en el tejido de las plantas; le han vuelto á hallar en sus cenizas; le han designado como causa colorante de ellas; y mostrándole igualmente en las materias animales han pasado hasta atribuirle total ó parcialmente aquel poder activo, y siempre incomprehensible, que mantiene la vida animal; y si las experiencias nuevas y delicadas de Scheele no nos hubiesen enseñado que el manganeso, compañero casi perpetuo suyo, participa tambien de esta propiedad; hubiéramos podido decir, no solo como el ciudadano Haüy hablando de los minerales, que quando la naturaleza tomaba el pincel, el hierro era quien solamente adornaba su paleta; sino tambien que quando queria pintar las plantas, y darlas aquellos matices tan varios y hermosos que recrean nuestra vista, ó quando queria excitar y mover los órganos de los animales, el hierro era el agente, el instrumento, el móvil á quien la naturaleza encargaba siempre este importante cuidado.

7 El número de químicos que han hecho descubrimientos sobre el hierro, ó que han examinado sucesivamente sus combinaciones, es tan considerable que seria imposible presentarles aquí, ó aun quando quisieramos hacer esta larga enumeracion, no resultaria ventaja alguna. Importa mas saber en general que casi todos los químicos han añadido, unos tras otros, algunos hechos á su historia, y que casi no hay uno que desde fines del siglo último no haya tenido ocasion en la serie de sus trabajos de ver alguna cosa nueva ó particular en este metal; que entre estos hombres laboriosos se deben distinguir principalmente Lemery, Stahl, Geoffroy, Hellot, Macquer, Monnet, Baumé, Bayen, Scheele, Bergman y Rinman, que

son los que han hecho los trabajos mas considerables, las investigaciones más completas ó descubrimientos mas preciosos sobre el hierro; que desde el establecimiento de la doctrina neumática Lavoisier y el ciudadano Bertollet han acomodado á las bases de la teoría moderna por comparaciones ingeniosas y experiencias exáctas todos los hechos conocidos en lo antiguo; que estos hechos han sido para los químicos franceses las pruebas mas fuertes y convincentes de su doctrina; que todos los descubrimientos posteriores, y sobre todo los de los ciudadanos Monge, Vandermonde y Bertollet sobre los principales estados del hierro; y sobre la substancia llamada hasta ellos plumbagina, é igualmente los de Ingenhousz sobre la combustion del hierro en el gas oxígeno, los de Mr. Vanmarum sobre su inflamacion por la chispa eléctrica, los del ciudadano Delarbree sobre el hierro de Volvic, y los del ciudadano Vauquelin sobre el de la isla de Elba &c., han aumentado mas la evidencia y solidez de las pruebas ya acumuladas sobre la verdad de esta doctrina; y en fin que la historia del hierro, como se verá en todo este artículo, ha ganado mucho en claridad, seguridad y precision por las aplicaciones exáctas que se pueden hacer siempre de él a la teoría neumática.

8 Lo que mas distingue al hierro de todas las otras substancias metálicas, lo que hace aun su historia literaria mas larga, y á veces embarazosa; y lo que parece presentar tambien en la composicion de los hechos relativos á él contradicciones ú oposiciones difíciles de conciliar á primera vista, es el que este metal puede hallarse y se halla efectivamente á menudo en varios estados muy diferentes unos de otros, y que en cada uno de sus estados parece ser muy diferente de sí mismo, presentar mucha disparidad en sus propiedades, y hacer el papel de otras substancias metálicas. Por esta razon Bergman, uno de los químicos que han considerado la ciencia mas filosóficamente, dudó despues de un exámen profundo si se le debia mirar como equivalente por sí solo á varios metales, mas diferentes aun entre sí que algunos de los que se distinguen generalmente, y

si baxo este punto de vista eran especies de hierro el cobalto, níquel y platino. Todo el mundo conoce y distingue, así por sus propiedades como por sus usos, el hierro fundido ó colado, el propiamente tal ó forjado, y últimamente el acero. En cada uno de estos tres estados presenta el hierro tambien un gran número de variedades que difieren mas ó ménos entre sí por alguna de sus qualidades comparadas. He aquí por qué el hierro, que en todos sus estados varía de color, textura, dureza, tenacidad, ductilidad y gravedad, hace tantas y tan diferentes funciones en las artes, y equivale á muchos y diversos metales. Pero á pesar de sus numerosas variedades es cosa sentada en el dia que solo hay una especie de hierro; que quando se halla bien puro es siempre y en todas partes el mismo; que en sus diversos estados está combinado ó aleado con varias substancias diferentes; y que se han de considerar estos estados ó modificaciones como compuestos particulares, y exáminarles en el lugar á que corresponden segun el orden de su composicion. Así trataré en este artículo del hierro puro dulce y dúctil, ó hierro propiamente tal; y las variedades del hierro quebradizo en frío ó caliente, de diversas fundiciones ó diversos aceros, se tratarán en su historia como verdaderas combinaciones, que se presentarán por sí mismas á mi exámen, en la serie metódica de los hechos de que se compone.

### *B. Propiedades físicas.*

9 El hierro tiene un brillo metálico que le es particular. Quando se quiere describir su color se ve uno obligado á decir que es blanco, algo cárdeno, y que tira al gris y al azul. En su textura se ve formado de pequeños hilos fibrosos, ó granitos y laminitas muy apretadas. Tillet dice sin embargo que al microscopio se ve en él un gran número de poros, ó pequeñas cavidades mas perceptibles que en el cobre. Parece que su textura interior visible por su fractura, mas ó ménos fibrosa, granugienta ó laminosa depende mucho del modo de haberle enfriado, de la presion

que ha sufrido, de la manera que se ha extraído, y del calor á que se ha forjado ó batido, como se verá en el examen de todas sus propiedades físicas, que se hallan igualmente variables en términos mas ó ménos extensos.

10 La pesantez del hierro, cuyo término medio es en general 7,600, varía en efecto entre ciertos límites, segun se ve consultando los resultados dados por Muschembroëck, Swedemborg, Brisson y otros varios físicos, donde se halla desde 7,600 hasta 7,895, y aun 8,166, y se coloca inmediatamente despues del estaño. La dureza de este metal es la mayor que se conoce entre las substancias de este órden; y así por esta propiedad le atribuyen los autores el primer lugar, y sirve generalmente para desgastar, cortar, hender, esculpir y limar la mayor parte de los cuerpos naturales como piedras, maderas, y especialmente los demas metales. Es tambien el mas elástico de todos ellos, y como tal preferido para la fabricacion de todo género de muelles, y aun parece ser el tipo y primer término tocante á esta propiedad.

11 La ductilidad del hierro es tambien muy considerable, pero es de un género particular, ó por mejor decir, está limitada por su excesiva dureza, ó por la cohesion de sus moléculas. Aunque estas tengan mucha mas consistencia que las de la mayor parte de las demas substancias metálicas, no se pueden hacer con el hierro láminas tan delgadas como las que se fabrican con algunos de los demas metales: en efecto hay mucha distancia desde la chapa ú hoja de lata mas delgada hasta las hojas de plomo y estaño. Así por lo regular se le da al hierro el quarto lugar entre los metales respecto á su ductilidad, y aun concediéndole este se compara su ductilidad en la hilera con su maleabilidad; pues esta es muy limitada á causa de su dureza quando la primera la excede en mucho. Se sabe que se han hecho alambres muy finos, y casi tan tenues como cabellos, pues se han hecho pelucas con ellos: sábase tambien que un hilo de este metal de  $\frac{1}{10}$  de pulgada de diámetro aguanta un peso de 450 libras sin romperse, lo que ningun otro me-

tal puede hacer, ni aun el cobre y el platino, que son los que mas se le acercan. Muschembroëck examinando un paralelepípedo de hierro de un décimo de pulgada de diámetro, se vió obligado á emplear una fuerza de 740 libras para romperle; y nota con este motivo que un pedazo semejante de hierro forjado con clavos de herraduras que habian servido mucho tiempo, no le presentó por eso mayor tenacidad; luego esta opinion es una preocupacion, cuyo origen naturalmente no puede ser otro sino la bondad y pureza del hierro empleado en la fabricacion de estos clavos.

12 Todo el mundo conoce la prontitud con que el hierro se calienta, y la gran fuerza de este metal como conductor del calórico. Aunque no haya todavía término exacto de comparacion de esta propiedad del hierro con la de los otros metales, parece que es bastante débil. Resulta pues de las experiencias de Muschembroëck sobre la dilatabilidad de estos cuerpos por el calor, que un alambre tomaba por el del agua hirviendo una dilatacion expresada por el número 73, mientras que un hilo de plomo de igual volúmen señalaba 164, uno de estaño 124, y uno de cobre 84. Cassini estimó la razon de la dilatabilidad del hierro respecto al cobre :: 10 : 17 ó :: 27 : 46. Exponiendo D. Jorge Juan barras de diferentes cuerpos de á tres pies de largo á los rayos del sol en el Perú, y quando el termómetro de Mercurio llegaba á diez grados de la graduacion de Reaumur, vió dilatarse al hierro 0,13 $\frac{1}{4}$  de línea; al acero 0,12 $\frac{1}{2}$ ; al cobre 0,19 $\frac{1}{4}$ ; al vidrio 0,03 $\frac{1}{4}$ ; y á una piedra 0,02 solamente. Muschembroëck infirió de estas experiencias comparadas que el estaño era el que mas pronto se dilataba entre los metales, y que despues le seguian por su orden el plomo, la plata, el cobre y el hierro.

13 El hierro es uno de los metales mas infusibles: en otro tiempo pasaba por el mas difícil de fundir; pero hoy en el dia se sabe positivamente que el manganeso y el platino exigen un temple mas elevado ó una acumulacion de calórico mas considerable que él. Se regula su fusion por 130 grados del termómetro ó pyrómetro de alúmina de

Weedgwood. Mortimer indicaba esta temperatura por 1600 grados de la graduacion de Farenheit. El hierro se enroxece mucho ántes de fundirse, y en las artes se distinguen á lo ménos quatro grados de enroxecimiento, á saber: 1.º *el roxo obscuro*: 2.º *el roxo de cereza*: 3.º *el roxo brillante*; y 4.º *el roxo blanco*, que se designa por la palabra *incandescencia*. Los físicos han observado hace largo tiempo que se podía hacer enroxecer el hierro por una percusion fuerte. Despues de Boyle, que es el primero que ha insistido sobre este fenómeno, el diario de Breslaw ha hecho mencion de un operario que á los cinco ó seis martillazos ponía rusiente el hierro; y Swedemborg ha notado que un pedazo quadrado y liso de este metal se entroxecía fácilmente si se le heria encima de un yunque sobre las caras mas anchas, y no sobre sus lados ó sus ángulos. Es casi superfluo el observar aquí que el calor producido por la percusion del hierro es efecto del calórico comprimido, que se rezuma, digamoslo así, por todas partes de las moléculas apretadas y oprimidas del hierro, y que el color roxo que toma por la continuacion de estas percusiones no es otra cosa que la misma materia, la qual mucho mas condensada y dotada de un movimiento mucho mas rápido, escapa por entre los poros del hierro, y ocasiona en nuestros ojos la sensacion de la luz.

14 El hierro fundido y colado tiene varios grados de liquidez, ya pastosa ó blanda, ya fluida ó movable casi tanto como el agua. Se ha de observar que todos los operarios que trabajan el hierro no le creen capaz de fundirse, y que en esta parte parecen estar en contradiccion con los físicos. Esto nace de que en efecto jamas se funde el hierro en las artes sin que padezca una combustion mas ó ménos adelantada, y por consiguiente una alteracion mas ó ménos fuerte, lo qual hace que despues de su fusion dexé ya de ser hierro propiamente tal: los operarios distinguen con mucha precision y tino los diversos estados del hierro, porque á sus diversos estados debe las propiedades circunscriptas ó particulares que en él buscan.

15 En las operaciones de Química se funden por el



contrario pequeñas porciones de hierro en vasos perfectamente cerrados para que no sufra alteracion alguna, y de esta fusion en pequeño, impracticable siempre en grande, es de la que quieren hablar los químicos. Quando el hierro llega á este estado no parece ser sensiblemente volátil, ó á lo ménos se necesita un fuego enorme para sublimarle: si se enfria lentamente cristaliza en octaedros regulares que se agrupan unos sobre otros, y forman especies de vegetaciones ó dendritas muy agradables. Tambien la naturaleza le presenta algunas veces baxo esta forma, pero en un estado de combinacion.

16 El hierro es corrido rápidamente por el fluido eléctrico, y es uno de los mejores conductores de la electricidad que se conocen: así desde los descubrimientos de Franklin sobre la identidad del rayo atmosférico y la chispa eléctrica se gasta con gran ventaja para fabricar los conductores elevados al ayre sobre los edificios y sobre los navíos, conductores llamados *pararayos*, y destinados por las puntas doradas é inalterables que les terminan á atraer sin estrépito, y transportar rápidamente la materia eléctrica de la atmósfera á la tierra ó al agua, en que tocan por su extremidad inferior. Ha largo tiempo que se ha observado que el hierro puesto así verticalmente, y en una parte elevada de la atmósfera donde haya permanecido mucho tiempo, ó haya sido herido del rayo, toma las propiedades, y aun la polaridad magnéticas: si el hierro es herido en el ayre de la chispa eléctrica fulminante se inflama: mas perteneciendo este fenómeno á la historia de su combustion hablaré de él en su lugar.

17 El magnetismo es una de las propiedades mas caracterizadas, y al mismo tiempo mas singulares que tiene el hierro. Largo tiempo se creyó individual y particular á este metal; pero en el dia está probado que el níquel y el cobalto gozan de ella lo mismo que el hierro. No obstante, no habiéndose hecho todavía todas las experiencias relativas al magnetismo de estos dos últimos metales, ni con aquella exáctitud y extension que sobre el hierro, se puede decir que solo sobre este se han observado bien los

principales fenómenos de esta fuerza. He aquí los hechos principales que en el estudio del magnetismo deben interesar al químico y naturalista, y cuya exposicion ha dado el ciudadano Haüy en el artículo de las minas de hierro del extracto de su obra grande de mineralogia.

A. Las fuerzas que dirigen al hierro quando está suspendido libremente emanan del globo terrestre; y varios físicos juzgan que estas fuerzas tienen su asiento en un cuerpo particular colocado en el centro del globo, el qual viene á ser un iman poderosísimo.

B. Las fuerzas que mueven á una aguja imantada en sentidos opuestos hácia el norte y mediodia son iguales, como el ciudadano Coulomb lo ha verificado hallando exáctamente el mismo peso en una aguja ántes de imantar que despues de imantada.

C. Se ha observado varias veces que algunos pedazos de iman recién sacados de la tierra, y dexados en la misma posicion en que se hallaban ántes de su extraccion, tenían sus polos situados en sentido inverso del que debieran tener en la hipótesis de que hubiesen adquirido su magnetismo por la accion de un iman situado en el centro del globo. Æpino desató esta dificultad, suponiendo en las minas de iman, segun se ha observado en los hierros imantados artificialmente, lo que él llama *puntos consiguientes*; es decir, una serie de polos contrarios formados en un corto espacio por la acumulacion y reboso del fluido magnético: serie que puede existir en un fragmento de mina destacada; de manera que los dos polos que la terminan esten vueltos hácia otro lado diverso que el de los pedazos cargados ó armados del magnetismo ordinario.

D. El magnetismo existe solo en el hierro metálico, ó en el que está muy poco oxídado; pero no se ha de juzgar de su ausencia ó modificacion en algunos pedazos, quando se experimenta con barretas demasiado fuertes, porque la fuerza de estas puede destruir el magnetismo de aquellos; y que tomando agujas suspendidas y muy delicadas para ensayar estos pedazos, segun lo ha hecho el ciudadano Haüy, todos llegan á ser imanes.

*E.* Es posible que algunas minas de hierro hayan quedado exentas de la accion magnética del globo si han sido situadas de manera que su eje esté perpendicular á la direccion del meridiano magnético de su lugar natal.

*F.* Hay muchas variedades en la energía de las fuerzas de imantar de las minas de hierro; y para no sacar una conclusion opuesta á la verdad, no nos hemos de atener á una sola observacion, sino que se han de multiplicar bastante, sea con relacion á la barra ó aguja imantada, de que nos servimos, ó sea con relacion á la posicion respectiva del pedazo que se examina, y la barra ó aguja que sirve para determinar su estado.

*G.* Todos los pedazos de hierro sepultados en la tierra y no sobrecargados de oxígeno son imanes naturales, cuyos grados de fuerza varían en límites muy extensos: de manera que en la mineralogia no se debe hacer del iman una especie aparte; verdad nueva y muy diferente de lo que pensaban los mineralogistas de otro tiempo.

18 El hierro es un conductor muy bueno de la electricidad animal conocida hoy baxo el nombre de *galvanismo*; y debe influir por esta notable propiedad sobre la vida y movimientos de los animales vivos: así á pesar de la poca confianza que merecen á los hombres ilustrados el ciego entusiasmo y audaz empirismo que han anunciado tantas qualidades ó virtudes maravillosas en las aplicaciones exteriores, y en las puntas de hierro suspendidas, ó movidas á una distancia mayor ó menor del cuerpo, y en las que se acercan mucho á algunas de sus regiones, no se puede negar que aun no se han apreciado como conviene los efectos que estas aplicaciones bien dirigidas y reunidas á las de otras placas metálicas, que comuniquen con las primeras, podrán producir sobre los animales, los que se sabrán quando estemos mas ilustrados que lo que estamos en el dia sobre la marcha y fenómenos de la nueva modificacion de la irritabilidad viviente que se ha descubierto, no ha muchos años, en Italia. Es necesario multiplicar todavía, y variar mucho las experiencias y tentativas sobre esta fuerza tan notable de la vida, ántes de poder tomar algun partido en esta materia.

19 El sabor y el olor son tambien dos propiedades muy distintas y características en el hierro. Basta manosearle un poco, y llevar luego la mano á poca distancia de la nariz para reconocer su qualidad olorífera: por ligeramente que se le toque, dexa siempre este metal sobre la piel una capa ligera que basta para advertirnos su presencia por la impresion que hace sobre los nervios olfatorios; y como al hacerse sensible en este caso no hay aplicacion inmediata del hierro sobre los nervios, se sigue necesariamente que las moléculas del hierro son transportadas por el ambiente sobre la membrana nerviosa olfatoria, de lo qual se debe inferir que este metal está rodeado de una atmósfera que le tiene en disolucion, y está saturada de él. Su sabor es bastante fuerte para excitar acrimonia y astringencia en la boca quando se tiene en ella por algun tiempo. Los médicos atribuyen con razon las propiedades medicinales de que goza el hierro á la accion que exerce este sabor sobre las membranas irritables y sobre los nervios del estómago é intestinos. No se ha de confundir este efecto debido al estado metálico con el que producen los óxides de hierro que llevan, como otros muchos óxides metálicos, la energía vivificante y esténica de este principio sobre todos los órganos incitables ó excitables de la economía animal viviente; pero tampoco se ha de olvidar que estas dos fuerzas obran simultáneamente en las vísceras quando se administran la mayor parte de las preparaciones medicinales.

20 Ademas de ser el hierro el único metal que se enroxece por la presion y frotamiento violentos, y que en razon de esta propiedad se abrasa é inflama en el ayre quando es herido fuertemente por el choque de piedras duras: goza tambien casi exclusivamente de la propiedad de pasar con prontitud hasta las últimas ramificaciones vasculares de los animales vivos, filtrándose por los poros de las raices en las plantas, y por los órganos quílferos hasta los vasos sanguíneos de los animales; de la de contribuir á la coloracion de sus humores; de fixarse en sus sólidos; de entrar como parte constituyente en su nutricion; y de ha-

cer un cierto papel en la composicion de sus órganos. Siendo el ménos enemigo de la facultad vital entre todas las substancias metálicas, lleva su energía estimulante hasta las últimas pequenísimas fibras sensibles é irritables: nada tiene de venenoso, y solo sirve para aumentar la actividad y fuerza del principio vital. Entra tambien como principio constituyente con proporcion determinada en la composicion de las substancias orgánicas. Algunos fisiólogos creyeron que se formaba por los órganos de los animales, y citaron en prueba de ello la primera composicion de la sangre en los huevos de las aves durante la incubacion, composicion acompañada de hierro desde el primer instante en que hay sangre aparente con su color roxo, al paso que, segun ellos, no se halla el menor vestigio de este metal en el huevo ántes de esta aparicion del licor purpúreo sanguíneo; pero no está todavía rigurosamente probado, ni que el huevo ántes de ser empollado dexe de contener hierro, ni que la sangre del pollo en el momento de su primera composicion le contenga realmente.

### C. *Historia natural.*

21 La naturaleza, como he dicho mas arriba, ha deramado el hierro con una mano liberal sobre casi todos los puntos del globo, y no hay por cierto cosa mas frecuente entre las producciones fósiles que las minas de este metal. Se diria, al ver tanta liberalidad, que ha querido advertir al hombre las grandes ventajas que puede sacar de estas minas, y que se las ofrece á la superficie de la tierra para atraer mas pronta y seguramente su vista, para empeñarle á que las recoja, las trabaje, y obtenga el precioso metal que encierran. Ha variado á mas de eso singularmente la forma de estas minas, su color, textura y composicion; y así las colecciones mineralógicas son multiplicadas en este género, y ofrecen á la vista el espectáculo de numerosas y ricas variedades. Segun esto se comprehende fácilmente que los mineralogistas en sus clasificaciones metódicas fundadas sobre las formas, colores y texturas, mas bien que

sobre la naturaleza íntima de las cosas, han debido reconocer gran número de especies de hierro; en efecto hay varias obras modernas en que se cuentan mas de treinta especies diferentes; pero el exámen químico que se ha hecho de ellas, de algunos años á esta parte, nos autoriza á poner límites ciertos á esta vaga y antigua determinacion de las especies, reducir su número á un círculo menor, segun el conocimiento mas exácto de su composicion, disponer en un orden natural y preciso estas mismas especies, y remitir á la serie casi indeterminada de las variedades las diferencias que las mas veces consisten en matices mas ó ménos ligeros de sus colores, y pequeñas alteraciones de sus propiedades.

22 Despues de haber hecho notar que el hierro es quizá el metal cuyas minas presentan el mayor número de diferencias ó variaciones en su naturaleza; cuyas composiciones naturales son las mas desemejantes y diversificadas; despues de haber repetido aquí principalmente que no se han de colocar entre las verdaderas minas de este metal mas que aquellas, cuya cantidad sea tan abundante que se puedan beneficiar con ventaja, ó que á lo ménos forme la base de su composicion, condicion sin la qual nos veriamos obligados á multiplicar al infinito estas minas, y mirar casi todos los fósiles como de su pertenencia, observaré que en la distincion de estos numerosos minerales es en la que ofrece mas ventajas, y promete mas claridad el método establecido en el artículo general de la historia de los metales. Los cinco estados principales que se han establecido para la generalidad de las minas metálicas, pueden admitirse en la distincion de las minas de hierro: 1.º el del metal nativo: 2.º el de sus aleaciones: 3.º sus combinaciones con los otros cuerpos combustibles diferentes de los metales: 4.º el estado de sus óxides: 5.º el de sus sales. En cada uno de estos estados, como en otros tantos géneros, vienen á colocarse por sí mismas las especies y variedades de minas de hierro que han descubierto los naturalistas, por numerosas y diversificadas que sean.

23 Aunque es todavía una especie de problema por resolver entre los mineralogistas la existencia del hierro nativo; y aunque es muy natural el creer con los mas célebres de ellos que los trozos aislados, que se han designado baxo este nombre, no son otra cosa que productos accidentales de antiguas fundiciones ó fuegos subterráneos; no obstante es necesario saber que Margraff dice haber encontrado filones de él en Libenstock de Saxonia, que el ciudadano Adanson asegura que es comun en el Senegal; y que Mr. Pallas ha descubierto en Siberia una masa de 1600 libras de peso. En este gran trozo se hallan á la verdad cavidades que indican una fusion; no obstante, segun las exâctas observaciones de Bergman, presenta muchas pruebas de no haber sido fundido por el arte. Ademas de su situacion, que así lo indica, la piedra que llena dichas cavidades es muy diferente de la escoria de los hornos: su hierro es muy maleable en frio ó á un mediano temple, pero se hace quebradizo quando se le enroxece. En todos los ensayos se presenta como si fuera hierro forjado, y da gas hidrógeno sulfurado por el ácido muriático (32).

24 Es muy raro encontrar hierro aleado con otras materias metálicas en bastante proporcion para que se pueda mirar esta especie de aleacion como perteneciente á las minas de este metal: no conozco otra en este género que la que el ciudadano Haüy comprehende en su quarta especie baxo la denominacion de *hierro arseniado*. Esta es tambien la especie del pretendido *mispickel* ó mina de hierro arsenical, que Romé-DeLisle llamaba impropriamente *mina de arsénico blanca*, y que los demas mineralogistas designaban por la frase de *hierro nativo mezclado con arsénico*. Aunque algunos de ellos, y principalmente Born, creyeron que esta mina era una triple combinacion de arsénico, hierro y azufre, citó este último en su descripcion un caso en que era pequenísima la cantidad de azufre. A veces es argentífera esta aleacion natural, y entónces se llama *mina de plata blanca*, que es el *weisserz de los Saxones*. El carácter mas notable de este metal alea-

do, que es de un color gris claro y brillante, de textura laminosa y quebradiza, es el presentar cristales en prismas rectos de bases romboydales, cuyos ángulos son de cerca de 103 y 77 grados, que es la forma de su molécula integrante y de su núcleo. Algunas veces está modificada por una punta diedra de caras triangulares, reunidas sobre una arista paralela á la pequeña diagonal del rombo. La superficie de estos triángulos inclinados uno hácia otro, cosa de 150 grados, está estriada en un sentido paralelo á la arista que les sirve de base. No se ha de confundir esta mina con la verdadera *pirita arsenical*, de que hablaré mas abajo, y que se diferencia de ella tanto por varios caracteres esenciales, como por su composición.

25 En el orden de las combinaciones naturales del hierro con los otros cuerpos combustibles diferentes de los metales, no se han reconocido ni analizado bien mas que las que ofrece con el carbono y el azufre. Es de sospechar que la Química podrá reunir algun dia á estos dos compuestos el del hierro con el fósforo, que es de creer exista en la naturaleza, aunque todavía no se ha hallado.

26 El carbureto y sulfureto de hierro merecen la qualification de verdaderas especies de minas de hierro, ó hierro mineralizado, á pesar de que raras veces se beneficia este, y jamas el primero para sacar de ellos el metal; pero en un orden sistemático no se pueden referir á otro orden de cuerpos estos compuestos metalíferos.

27 El carbureto de hierro, conocido en otro tiempo baxo el nombre de *mina de plomo*, *lápiz negro*, *plomo de mar*, *cerusa negra*, *falsa galena*, *mica* ó *talco de pintores*, y confundido con el sulfureto de molibdeno á causa de algunas analogías en la forma, color, textura, y aun en sus usos, ha sido analizado primeramente por Scheele, que es el primero que echó de ver su relacion con el carbon y su naturaleza ferruginosa; y despues ha sido bien determinada esta por los ciudadanos Vandermonde, Bertollet y Monge como una combinacion de 0,90 de carbono y 0,10 de hierro. Se le halla en riñones, en pequeños estratos, y aun en hilones mas ó ménos considerables en las montañas



primitivas entre camadas de cuarzo, de feld-spato y de arcilla en los Pirineos, en España y en Alemania. Se encuentra tambien muy puro y muy fino en Cumberland en Inglaterra, tambien en América y Africa. Es susceptible de cristalizar en octaedros, de color gris obscuro ó azul negruzco, de lustre metálico, reluciente, suave al tacto, de fractura tuberculosa: tiñe fácilmente las manos, se dexa moler en polvo suave y fino, que adhiere mucho á los cuerpos mediante el frotamiento, y dexa sobre el papel y todo cuerpo blanco en general aquella raya negruzca que todo el mundo conoce, y sirve para dibuxar. Si se enroxece por algun tiempo arde, y dexa despues de su combustion, y de haber dado gas ácido carbónico, un óxide de hierro roxizo. Atravesando el agua por este carbureto rusiente le quema tambien descomponiéndose, y dando gas ácido carbónico: con esto se purifica disolviendo la alúmina y el hierro que se hallan muchas veces mezclados en él. Descompone los sulfates, y los muda en sulfuretos; arde con el nitrate de potasa que le hace detonar, y mucho mejor aun con el muriate sobreoxigenado de potasa, que sirve para hacer conocer exâctamente su naturaleza. Se gasta en hacer lapiceros, en suavizar el frotamiento de las ruedas metálicas ó de madera, en cubrir y defender del orin la superficie de los instrumentos de hierro, en dar un color aplomado á muchos cuerpos, en hacer brasca ó carbonilla, y aun fabricar crisoles enteros, y por fin en hacer lodos para las retortas de vidrio y de barro.

28 El sulfureto de hierro, ó combinacion natural del hierro y azufre, se ha llamado en la mineralogia *pirita* porque es muy á propósito para mantener el fuego, para abrasarse al choque del eslabon, y dar origen á fuegos subterráneos: tambien se llamaba en otro tiempo *marquesita*, y es una de las minas en que mas se han ocupado los naturalistas. Henckel la ha estudiado y descrito muy por menor en su piritologia, donde abrazó á la verdad la historia de todas las minas sulfurosas considerándolas y comparándolas entre sí: igualmente ha exercitado este compuesto el talento de los modernos con motivo de la di-

versidad y singularidad de sus formas. Interesa mucho á las artes que le gastan frecuente y abundantemente, sobre todo para extraer el azufre, y tratar otros varios metales.

29 Despues del carbonato de cal, á quien el ciudadano Haüy presenta con razon como el *proteo mineral*, el sulfureto de hierro es la substancia que ofrece mayor número de formas diferentes; ya ha reconocido trece variedades de él regulares y distintas. Algunas tienen el cubo por forma primitiva, y otras parecen derivar del octaedro, tal es la variedad que cristaliza como el granate trapezoidal. Observa que el cubo no debe ser mirado como forma primitiva en el sulfureto de hierro, sino quando está liso; y que el que tiene sus caras estriadas, y en tres sentidos perpendiculares uno á otro, no es otra cosa mas que un dodecaedro empezado. Entre las principales variedades y formas que distingue este hábil mineralogista indicaré aquí:

- A. El cubo liso, forma primitiva.
- B. El octaedro regular.
- C. El cubo octaedro.
- D. El dodecaedro de planos pentágonos.
- E. El cubo estriado en tres sentidos.
- F. El icosaedro ó de veinte caras triangulares, ocho equilaterales, y doce isósceles.
- G. El politrígono de treinta y seis triángulos, doce isósceles acutángulos y veinte y quatro isósceles obtusángulos.

H. El plagiedro, en que cada ángulo del cubo está interceptado por tres facetas puestas al sesgo.

30 Ademas de estas formas determinadas y nombradas ingeniosamente por el ciudadano Haüy se halla el sulfureto de hierro en cristales diversos agrupados en globos erizados de puntas de octaedros, en globos lisos y desgastados, en cristales estriados y radiados, en especies de cilindro, en dendritas, en estalactitas, incrustaciones y figuras extrañas, que se han comparado con toda suerte de cuerpos; muchas veces se depone en materias orgánicas

que le sirven de molde, y de aquí las conchas y peces pirritificados.

3 1 El sulfureto de hierro es casi siempre de un color amarillo dorado, mas ó ménos brillante. Por lo qual se distinguen dos variedades bien notables, que son la dorada brillante y la dorada pálida ó empañada. No se ha de mirar como una simple variedad de color el sulfureto de hierro pardo, que algunos mineralogistas han llamado mina de *hierro hepático*. Este es un sulfureto en descomposicion, cuya alteracion no se ha apreciado aun bastante bien; pero que seguramente ha pasado del estado brillante al color pardo mas ó ménos mate; pues se hallan algunos que son pardos por fuera y amarillos dorados por dentro, al paso que algunos otros estan pardos hasta el centro. Regularmente son mas quebradizos en este estado que quando tienen su aspecto brillante y metálico. En estos tres géneros bien distintos de color, igualmente que en los dos géneros de forma primitiva de los sulfuretos de hierro, hay sin duda diferencias que aun estan por determinar, las quales dependen de su naturaleza íntima, y exîgirán nuevas experiencias para ser bien conocidas.

3 2 El sulfureto de hierro es fusible é inflamable, muy frágil, dexa separarse el azufre por el calor mediante la fusion, y muy poco por la sublimacion. Expuesto al ayre, y sobre todo despues de haber sido humedecido, se resquebraja, se divide, se ablanda, se calienta, se cubre de cristales salinos de sulfato de hierro, y se convierte por entero en esta sal que anuncia que el azufre se quema, se acidifica, y que el hierro se oxîda despues. Este fenómeno, de que se saca partido por la extraccion en grande del sulfato de hierro, se llamaba en otro tiempo *vitriolicacion de las piritas*, y se debe mirar como una combustion lenta ó una sulfatizacion natural. En esta operacion se descompone el agua, se desprende entónces gas hidrógeno sulfurado, que muchas veces llega á inflamarse espontáneamente, y por eso se le atribuye el incendio y formacion de los volcanes. Los ácidos atacando al sulfureto de hierro nativo, y principalmente el ácido muriático, desenvuel-

ven tambien el gas hidrógeno sulfurado. Los nitrates le queman con detonacion á un alto temple de calor, y el muriate sobreoxígenado de potasa le inflama solo por la percusion. La análisis química del sulfureto de hierro natural ha manifestado en él la sílice y alúmina ademas del hierro y el azufre, que varían en proporcion, y son los principios mas abundantes. A veces se encuentra oro que suele estar diseminado, y entónces se llama *pirita aurífera*: tambien se han anunciado piritas argentíferas. El exámen que se ha hecho de varios de estos compuestos ha probado que varían mucho en la naturaleza y proporcion de sus factores.

33 Despues del sulfureto de hierro viene la especie de mina que el ciudadano Häüy ha llamado *hierro arseniado*, y es la mina de arsénico gris ó pirita de oropimente de Romé. La cantidad mayor ó menor, y siempre muy perceptible, de azufre que contiene esta mina, la distingue bastante del hierro arseniado y verdadero mispickel. Por otra parte jamas tiene forma regular y cristalina como este último, y hasta ahora no se ha encontrado sino en masas irregulares. El ciudadano Vauquelin ha analizado algunos pedazos de dos lugares diferentes, y ha hallado la relacion del azufre al hierro como 4 : 5 poco mas ó menos; la del arsénico al hierro muy variable, pues en el uno era de dos á uno, y en el otro de seis y medio á uno : así se debe llamar esta especie *sulfureto de hierro arseniado*, la qual no es una simple variedad de la mina precedente, diferenciándose, como se diferencian, esencialmente sus propiedades.

34 El quarto orden á que deben referirse las minas de hierro encierra los diversos grados de oxídacion de este metal. En él se deben comprehender como verdaderas y distintas minas por su naturaleza y propiedades las quatro especies llamadas por el ciudadano Häüy *hierro oxídulado*, *hierro pirocete*, *hierro oligisto* y *hierro oxídado*. Aplicada cada una de estas denominaciones ó al estado de combustion, ó á algunas de estas propiedades, no presentará, por lo que hace al método que yo he adoptado, mas que

grados diversos de oxidacion. Llama este mineralogista hierro oxidulado, por analogía á la denominacion *acídulo* de la nomenclatura metódica, á aquella especie de mina formada por el hierro unido con una cantidad de oxígeno bastante pequeña para poder obrar todavía fuertemente sobre la barra imantada: este es el *hierro negruzco, octaédrico y atraible al iman de Romé-Delisle*. Esta especie cristaliza las mas veces en octaedros como los pedazos de Suecia, de Dalecarlia y Córcega, que tienen desde algunos milímetros hasta dos ó tres centímetros de diámetro. Estos cristales se hallan regularmente encaxados en una esteatita negruzca ó verdosa folicular; á veces son de un negro brillante y especular; á veces su superficie está empañada, y cubierta de una pequeña costra de la esteatita en que estan envueltos. Son muy quebradizos, de textura laminosa; su polvo es negruzco y muy atraible, y en su integridad gozan de todas las propiedades del iman, y principalmente de la polaridad. A esta especie de mina de hierro pertenecen mas particularmente aquellos trozos natural y fuertemente imantados, ó á lo ménos bastante para que se haya tomado el partido de cortarles y guarnecerles de una armadura que aumentase su potencia. Yo llamo á esta especie de mina *oxidulo de hierro*. Parece deber su formacion y cristalización al agua; y baxo este punto de vista contrasta con la especie siguiente.

35 La segunda especie del mismo orden es llamada por el ciudadano Haüy *hierro pirocete*, es decir, *que tiene por patria los dominios del fuego*, porque se ha probado por el ciudadano Delarbree que las variedades de esta especie tan abundante en Volvic, en Puy-de-Dome, y Mont-d'Or, son un producto de la volatilizacion obrada por el fuego de los volcanes. Se le ha llamado muchas veces hierro especular á causa de sus superficies brillantes y tersas. Esta mina se compone siempre de láminas delgadas de un bello lustre, y frágiles como el vidrio. Romé-Delisle miraba sus cristales como una modificacion del octaedro aluminiforme. Suponiendo que se hiciesen en un octaedro regular dos secciones á pequeñas distancias de dos ca-

ras opuestas, y paralelamente á ellas deberian resultar de estas secciones tres segmentos, de los quales el de en medio tendria por bases dos hexágonos regulares, y por caras laterales seis trapecios alternativamente inclinados en sentido contrario. A este segmento medio es al que Romé-Delisle referia los cristales de hierro especular de que trato aquí. Pero habiendo advertido el ciudadano Haüy que las caras laterales del hierro pirocete estaban mas sensiblemente inclinadas sobre las bases, que lo que debian estar en la hipótesis del segmento indicado; y habiéndole dado el goniómetro  $121\frac{1}{2}$  grados en lugar de  $109\frac{1}{2}$  que debian tener, infirió que la semejanza nacida de la correspondencia de los planos habia hecho ilusion al célebre Romé-Deslisle, y que no es ese el origen de su forma singular, añadiendo que esta está sujeta á diferentes modificaciones. Quando se raya ó muele este óxido de hierro da un polvo negruzco ménos obscuro que el de la mina precedente, y con un matiz roxizo que indica una oxidacion algo mas fuerte que en el óxido descrito arriba: por lo tanto es ménos sensible á la barra imantada, y es iman mas débil que el anterior. Le llamo *óxido de hierro pirocete*.

36 La tercera especie de óxido de hierro nativo ha sido llamada por el ciudadano Haüy *hierro oligisto*, es decir, muy poco metálico. Los cuerpos de esta especie, segun él, dan á la lima ó por la trituracion un polvo roxo que indica una oxidacion mucho mas adelantada que las dos anteriores, sobre todo la primera. Las minas de hierro negro ó especular de la isla de Elba y de Framont son las variedades mas notables de esta especie. La expresion de óxido de hierro hubiera bastado tal vez para designar esta especie, añadiéndola un epíteto que la distinguiese de la siguiente que contiene mas oxígeno. Este óxido oligisto se halla en láminas brillantes matizadas de todos colores, ó en cristales que parecen depender del cubo: las variedades de formas á que este da origen segun las leyes de decrecimiento, se notan principalmente en aquellos bellos trozos tan brillantes y cambiantes que se sacan con abundancia de la isla de Elba, y son ornamento de los Gabinetes. Se deben

distinguir principalmente entre las variedades de forma de este óxide negro de hierro llamado en otro tiempo *especular*, y confundido con algunas especies muy diferentes de la suya: 1.º el de romboydes muy obtusos: 2.º el de seis pentágonos y diez y ocho triángulos, que se llama comunmente hierro especular en botones gruesos ó pequeños, en escamas, lenticular, micáceo, y presentan muchas veces en su superficie los brillantes reflexos del arco iris ó del cuello de paloma. Esta especie es ménos atraible al iman, y mucho ménos iman que las dos anteriores, lo que depende evidentemente de la mayor cantidad de oxígeno que contiene. El polyo roxizo que se saca por la trituracion ó accion de la lima es untuoso, y se amasa fácilmente con el agua. En esta especie, lo mismo que en las dos precedentes, se puede multiplicar el número de variedades que la pertenecen; pero lo que debo hacer observar aquí es que estas minas muy diferentes de las anteriores, aunque solo parecen distinguirse por una proporcion algo mas fuerte de oxígeno, dan un hierro muy bueno y muy fácil de extraer. Sus variedades son las mas bellas y ricas para los Gabinetes entre todas las minas de hierro. Por último en el quarto y último lugar de los óxides de hierro que ofrece la naturaleza entre las minas de este metal se coloca la especie que el ciudadano Haliy llama *hierro oxidado*, para designar con esta denominacion opuesta á las tres primeras, que este está mucho mas cargado y aun saturado de oxígeno, pues se halla verdaderamente en un estado completo de oxidacion. Este verdadero óxide de hierro no tiene ya el color negro de los tres precedentes; es mas ó menos roxo, pardo ó amarillento; es muy quebradizo, y su polvo presenta un matiz mucho mas claro que el del óxide oligisto. No toma forma cristalina determinada; y únicamente sus moléculas aproximadas y condensadas las mas veces en concreciones duras se colocan en estrías ó pequeños rayos divergentes que salen de un centro comun. En este último caso, y quando tiene un color roxo ó pardo mas ó ménos obscuro, se le llama hematite á causa de este matiz que se acerca mas ó mé-

nos al de la sangre. El aspecto solo de las hematites prueba que son verdaderas estalactitas; se las encuentra muchas veces en formas globosas y depuestas por capas formadas de filamentos reunidos. Se les han dado varios nombres, y hecho de ellas subvariedades segun la diversidad de figuras que representan: se la ha llamado *intestinal* quando se asemeja á los tubérculos exteriores de los intestinos: *botrite* quando se parece á un racimo de uvas; ó *agujada* quando presenta muchos prismas finos que se parecen á las agujas. Tambien se las designa por sus colores y textura, distinguiendo hematites roxas, pardas, negras, compactas, tiernas y frágiles: á la hematites se debe referir la piedra *sanguina* y la de bruñir. Estas últimas variedades toman un brillo metálico por el pulimento; son las ménos oxidadas, y se acercan al hierro oligisto; se hallan en ellas algunas veces partículas casi metálicas. Quando se les calienta pasan fácilmente al estado de óxide negro y atraible, y aun toman el carácter de iman. El *eisenram* de los alemanes, ó hierro micáceo roxo, debe contarse tambien como subvariedad de los óxides hematites de hierro.

37 El ciudadano Haüy cuenta como segunda variedad de la especie de hierro oxidado, lo que los mineralogistas llamaron hierro cenagoso. En esta variedad reúne las *œtites*, las minas de hierro en granos, en masas compactas mas ó ménos amarillas, en polvo ó tierra blanda que se endurece al ayre, y llaman *ocre marcial*, y las de textura suave y fina que tiznan ó pintan el papel, y es lo que llaman lápiz encarnado. Se llaman *œtites* ó *pedras de águila* una especie de geodas de óxide de hierro, mezcladas muchas veces de una cantidad mayor ó menor de sílice y alúmina, que contienen algunas concreciones en su interior, y hacen cierto ruido quando se las menean por el choque de las pedrezuelas contra sus paredes; son de un color amarillo sucio algo blanquizco, y se componen de capas concéntricas de diverso espesor, de forma oval ó poligona, y muchas veces lisas en su exterior. Se las dió el nombre de piedras de águila porque se creia que estas aves las transportaban á su nido.



38 La mina de hierro en granos es un óxide pardo obscuro ó pálido, formado como la cœtite de capas concéntricas, pero sin cavidad alguna, mas ó ménos redondeado, por lo regular de pequeño volúmen, variable desde el grueso de cabezas de alfileres ó perdigones menudos hasta el de postas. Los granos pequeños son mucho mas comunes que los gordos, y á veces se encuentran aglutinados en masas considerables, formando inmensos montones de muchas varas de profundidad y extension. Hay países cuyo suelo parece estar todo compuesto de ellos; en este caso se hallan varios departamentos de la Francia, y la mayor parte de las minas que se benefician en ella. Al ver esta espantosa concrecion de granos de óxide de hierro del grueso de huevos de pescados ó insectos, y que por analogía ú opiniones erróneas se han llamado oolitos, cada uno de los quales está formado de varias capas concéntricas, aplicadas sin duda alguna por el agua agitada al rededor de un centro, cuesta dificultad á la imaginacion el comprehender lo mucho que ha trabajado la naturaleza en fabricar cada uno de estos granos, y acumular innumerables porciones de ellos depositados en terrenos vastísimos, y cuya cantidad es verdaderamente inagotable.

39 El óxide de hierro pardo en masa compacta pertenece, propiamente hablando, al hierro cenagoso de los mineralogistas. Esta subvariedad no tiene ni la apariencia de la hematite, ni la forma de las geodas, ni la de los granos: vienen á ser unos trozos irregulares mas ó ménos densos, quebradizos, sólidos ó resquebrados, pardos, roxizos ó amarillentos, relucientes ó mates, lisos ó granugientos en su fractura, puestos trastornadamente en paralelepípedos, ó en trozos irregulares y basaltiformes, que estan ó unidos irregularmente, ó depositados por capas y filones continuos en las entrañas de la tierra, que se hallan en lo hondo de los valles muchas veces baxo terrenos pantanosos, y se benefician en muchos países, aunque por lo regular dan un hierro muy malo quebradizo en frio. Mas adelante verémos qual es la causa de este último fenómeno. Este hierro cenagoso no se ennegrece tanto como las

hematites por la accion del fuego, y contiene á veces mucha sílice y alúmina, y rara vez materia caliza.

40 Las tierras que se llaman *ocres marciales* no son mas que fragmentos pulverizados ó aglutinados de las minas anteriores, ó restos de la descomposicion lenta de los sulfuretos de hierro expuestos á la accion del ayre y del agua: pocas veces pueden tratarse y beneficiarse estos óxides como tales, y mas bien se les debe considerar como mezclas terreosas, silíceas ó arcillosas, cuya menor parte compone el hierro en diferentes estados de oxidacion, amarillo, roxo, pardo &c. (33)

41 Por lo que hace al lápiz encarnado propiamente tal, llamado por el ciudadano Haüy *hierro oxidado gráfico*, este es otra mezcla particular de óxide de hierro roxo muy fino con arcilla, que la naturaleza parece haber amasado en el agua, y depuesto al fondo de este líquido en capas mas ó ménos densas, de una textura suave, untuoso, fácil de cortar, y que se desgasta y pule por el frotamiento. Los hay de diversos colores, de diversa densidad, y de grano muy vario en quanto á su finura. El ciudadano Haüy dice haber visto trozos de lápiz encarnado que convirtió un físico en iman por la accion del fuego, y refiere con este motivo que el ciudadano Lelievre ha observado que basta calentar al soplete un fragmento de óxide de hierro para darle los polos magnéticos.

42 Las sales ferruginosas nativas, comprendidas en el quinto y último órden de las minas de este metal, son mas numerosas aun que las que han sido indicadas en la historia natural del plomo. En quanto á lo demas es muy fácil explicar esta multiplicidad quando se sabe quan abundante es este metal en las entrañas y superficie de la tierra, en cuántos lugares se encuentra, á qué circunstancias y numerosas reacciones está expuesto, y con qué facilidad obedece á las atracciones en su estado de óxide. Hasta ahora se ha encontrado combinado con los ácidos sulfúrico, fosfórico, carbónico, túnstico y prúsico, y se puede sospechar que existe tambien unido á los ácidos muriático, fluórico, arsénico, molíbdeno y crómico, aunque to-

davía no se haya reconocido en estos cinco últimos estados. No hemos de olvidar que la mineralogía, aunque muy adelantada por los químicos modernos, desde Bayen, Bergman y Scheele hasta Mr. Klaprot y el ciudadano Vauquelin, se halla todavía en su cuna, y que á pesar de los trabajos y muchos descubrimientos que debe á la Química de treinta años á esta parte, se ve que estas bellas investigaciones son todavía muy poca cosa en comparacion de lo que queda por hacer (34).

43 El sulfate de hierro existe con bastante frecuencia en la naturaleza, y proviene manifiestamente de la combustion lenta del sulfureto nativo de este metal. A veces se halla disuelto en las aguas, otras se le encuentra sólido en estalactitas, en depósitos, y raras en cristales romboedrales verdosos, que llamaban en otro tiempo caparrosa verde. Es reconocido por su color, por su sabor acre y estíptico y por su forma: regularmente se halla efflorecido, medio seco, privado del agua de cristalización, y blanco: quando se hallaba en este estado le llamaban antiguamente *sori*; y *misi* ó *missi* quando, estando mas descompuesto, tomaba un color amarillo perdiendo mas agua, y absorbiendo mas oxígeno de la atmósfera. Finalmente quando ha perdido una porcion de su ácido, y quedando su óxido al descubierto y mas oxigenado aun que en el caso anterior, ha tomado un color roxo, forma lo que los antiguos mineralogistas llamaban *colcothar* ó *chalcitis*. En general llamaban *piedras atramentarias* todas las modificaciones del sulfureto de hierro natural mas ó menos descompuesto y alterado; y como muchas veces se hallase mezclado con algunas materias inflamables presentando un color negro, le aplicáron con especialidad la palabra *melantery* por esta última circunstancia. A estas nociones debo añadir que en los parages que la naturaleza presenta mas ó ménos abundante esta combinacion, sobre todo disuelta en el agua, puede y debe el arte sacar un partido mas ó ménos ventajoso de ella, ya sea evaporando esta disolucion natural para sacar el sulfate de hierro que es tan útil en muchas operaciones industriales, ya

preparando en el sitio mismo diferentes compuestos ó productos, que sirven continuamente para las necesidades de la vida. No obstante se dexa perder demasiadas veces esta riqueza natural.

44 El fosfate de hierro no se ha incluido todavía por los mineralogistas en la enumeracion de las muchas especies de minas de hierro, que á veces han distinguido y descrito minuciosamente. El hábil y exácto ciudadano Haiiy se contenta con anunciar, despues de la historia del hierro oxídado, y la variedad que él llama hierro cenagoso, la posibilidad de que exístá en la naturaleza una combinacion directa del hierro y del ácido fosfórico. Mas lo que anuncia como posible está ya reconocido real y verdaderamente por los físicos modernos. La pretendida especie particular de metal, que Bergman habia distinguido del hierro baxo el nombre de *syderita* ó *hierro de agua*, no es otra cosa que el fosfate nativo. Verdad es que todavía no se ha examinado tal vez muy puro, ni separado de las otras especies, especialmente de los óxides amarillos de hierro, en cuyas masas se halla muy á menudo confundido; pero se puede presumir que existe solo é independiente de las otras minas de este metal, y que los mineralogistas sabrán luego distinguirlo, y quizá hallarle puro y cristalizado en los parages donde se encuentra el hierro cenagoso. Hasta aquí solo se ha reconocido en esta especie de mina. Se ha comprobado que apénas hay un óxide de hierro nativo, principalmente en los sitios pantanosos y valles cubiertos de vegetales, que no contenga mas ó ménos fosfate de hierro, y que á su presencia se debia atribuir la mala calidad del hierro *quebradizo en frio*, que se saca de esta especie de minas. Es muy comun encontrar en las minas de hierro cenagoso algunas partículas mas coloradas, mas densas y mas salinas, distintas de la masa del simple óxide, como granos diseminados en una pasta. Me ha parecido que estas partículas son el fosfate de hierro puro, y no dudo que se llegue con el tiempo no solo á extraerle de estas minas, sino tambien á hallarle separado en la naturaleza. El fosfate de hierro está muy caracterizado por su propiedad de

formar un fosforeto quando se le calienta con carbon. Se precipita de su disolucion sulfúrica en polvo blanco muy pesado, aunque queda por largo tiempo dividido: luego veremos que por este fenómeno se reconoce y analiza el hierro quebradizo en frio, que se saca de muchas minas cenagosas, y que contiene fosforeto y no fosfate de hierro, como se ha dicho y repetido en un gran número de obras de Química. Así por la accion del ácido sulfúrico sobre este fosforeto, y por el oxígeno que presta el agua, pasa al estado de fosfate de hierro.

45 El tunstate de hierro nativo, de que he hablado en el artículo del tunsteno, puede contarse entre las minas salinas de hierro, pues es una combinacion de ácido túnstico y el óxide de este metal, aunque á la verdad mezclado, ó mas bien saturado en parte de óxide de manganeso. En otro tiempo se le daba el nombre de *wolfram*, formado de dos palabras alemanas que significan espuma de lobo, *spuma lupi*. Se le ha tenido en diferentes épocas ora por una mina de estaño arsenical, ora por una mezcla de manganeso, hierro y estaño, ora por un chorlo, ora por un basalto cargado de hierro, &c. &c. Los Señores Delhuier, químicos españoles, son los primeros que descubrieron ser un verdadero tunstate de hierro. Esta sal es de color negro parduzco, se halla en masas irregulares, ó cristalizada en prismas hexâédricos comprimidos, terminados por pirâmides tetraedras, cuyos ángulos estan truncados; es brillante y casi metálica en su fractura que es follicular; da un polvo de color pardo roxizo; es muy pesada; su pesantez específica es de 6,835; sola es casi infusible, pero se funde muy bien con tres ó quatro veces su peso de potasa, lo que forma un tunstate alcalino disoluble, y dexa aparte el óxide de manganeso y hierro. Tambien es atacable por el ácido muriático que disuelve al hierro, y separa el ácido túnstico en polvo amarillo. Los Señores Delhuier la han hallado compuesta de 0,69 de ácido túnstico, 0,22 de óxide de manganeso, y 0,13 de óxide de hierro. Por este último resultado se ve que si se atiende al principio mas abundante de este compuesto na-

tural, debe referirse el wolfram á las minas del tunsténo; y que á lo ménos en la apariencia mas bien se referiria al manganeso que al hierro; pero se ha creído que el óxide de manganeso se hallaba en él diseminado ó mezclado, y no hacia parte necesaria de su composicion; y he aquí por qué se le dió el nombre de tunstate de hierro, en la inteligencia de que el óxide de este metal saturaba al ácido túnstico; y como el color de esta sal juntamente con su naturaleza, forma y propiedades parecian deberse en gran parte al hierro, se adoptó generalmente su clasificacion entre las minas de este metal. Su único é importante uso en la Química es servir para la extraccion del ácido túnstico, que da por el mismo método que el tunstate de cal, es decir, por la accion sucesiva del ácido muriático, que carga con las substancias metálicas, y del amoníaco que se lleva al ácido.

46 El carbonato de hierro es una de las minas mas abundantes y puras de este metal: se le llama en la metalurgia *mina de acero*, porque da fácilmente esta especie de modificacion del hierro. Tambien se le ha llamado *hierro espático*, *espato marcial* ó *ferruginoso*, y *mina blanca de hierro*, porque se asemeja en su color, sus hojas y su textura á algunos *espato calizos*. Esta mina está esparcida con profusion por la naturaleza en muchos parages, especialmente en los Pirineos, donde la ha depuesto en filones ó capas espesas y profundas; cristaliza como el carbonato de cal, sea en su rombo primitivo, ó sea en las formas secundarias que toma por las leyes de decrecimiento de las moléculas romboydales: así esta sal jamas es carbonato puro de hierro. Ademas del óxide de manganeso que contiene tan frecuentemente, y es el que hace variar su color de blanco á leonado, á roxo pardo, á pardo negruzco y á negro, segun su estado de oxidacion, está siempre mezclado con carbonato de cal, que llega segun Bergman hasta la mitad de su peso, y al qual el ciudadano Håüy considera ingeniosamente como origen de su forma, del mismo modo que lo es de los romboydes de la piedra de Fontainebleau: de manera que sus cristales bien formados pueden mirarse como carbonato de cal mezclado

con carbonato de hierro, que se halla interpuesto juntamente con el óxido de manganeso entre sus láminas romboidales. No es pues, segun creyeron en otro tiempo los químicos y mineralogistas, un óxido de hierro saturado inmediatamente de ácido carbónico disuelto primeramente en el agua, y depuesto despues baxo forma cristalina, ni una sal ferruginosa que haya reemplazado á la tierra caliza, y revestídose de su forma, como si se hubiesen las dos vaciado en un molde; sino un carbonato de cal mezclado con carbonato de hierro, segun lo habia ya anunciado Cronstedt, que es el primero que ha hermanado los conocimientos de Química con el método mineralógico. Esta mina tiene la propiedad de ennegrecerse por la accion del fuego, de dar ácido carbónico gaseoso, sea por la destilacion, ó sea por la accion de los ácidos, de colorarse por el contacto del ayre, y de tomar poco á poco un matiz pardo y negro por la oxidacion del manganeso que contiene, segun lo probó Bergman en su bella disertacion sobre las minas blancas de hierro, con cuyo motivo describió de un modo tan completo, y aun tan metódico para la época en que la compuso, las propiedades del manganeso, que al leerla con atencion se inclina uno á creer que mas bien se hizo para tener el autor coyuntura de tratar este último metal, que para dar á conocer por menor las propiedades del carbonato de hierro baxo el nombre de *mina blanca de hierro*. Bayen, que es el primero que ha dado entre los químicos franceses el análisis del hierro espático, ademas de mostrar en él la presencia del ácido carbónico, hizo ver, como Rouelle el mayor, que era susceptible de disolverse en el agua cargada de ácido carbónico, é imitar de esta suerte muy exáctamente una multitud de aguas minerales ferruginosas.

47 Llámase prusiate de hierro nativo aquella especie de óxido de hierro teñido de azul, mas claro siempre que el azul de prusia artificial, que se encuentra con bastante frecuencia en las minas de turba, y las tierras impregnadas de óxido de hierro, donde se descomponen por putrefaccion lenta materias vegetales y animales. Bergman ha

reconocido en esta especie de falso azul natural propiedades análogas al prusiato de hierro fabricado por el arte. Muchas veces se saca de la tierra casi sin color, y se vuelve azul al ayre libre. Es atacable por los álcalis, en lo que se parece al azul de prusia artificial; pero difiere de él en que los ácidos le alteran mucho mas. Aun no está bien conocido.

48 El ciudadano Haiiy pone en la última especie de minas de hierro á la que llama *hierro quarzoso*, y es el esmeril, substancia bien conocida y muy empleada para desgastar las piedras duras. Le tiene por una combinacion particular entre las moléculas de quarzo y del hierro, y no como una simple mezcla, porque es mas duro que el quarzo, lo que no sucederia si estuviesen solo mezcladas las dos materias. Parece que esto depende del óxide de hierro negro, que goza como se sabe, de una dureza excesiva, y tal que las mejores limas muerden en él con dificultad, y así no es necesario admitir una combinacion particular entre el hierro y el quarzo para explicar esta propiedad. A esta especie, que se puede mirar como una mezcla en que la fuerza de agregacion ha aproximado las moléculas quarzosas y ferruginosas, es á la que se deben referir todas las demas mezclas del hierro en diferentes estados de óxide con las arenas, la alúmina, el carbonato de cal, baxo la forma de polvo ó casquijo, y las arenas ferruginosas, negras, roxas ó amarillas. De este modo, por el método que he expuesto en este bosquejo de la historia natural del hierro, pueden reducirse las variedades tan numerosas de minas de este metal á quince especies principales, á saber:

- A. El hierro nativo.
- B. El hierro arseniado.
- C. El carbonato de hierro.
- D. El sulfureto de hierro.
- E. El sulfureto de hierro arseniado.
- F. El óxide negro de hierro.
- G. El oxídulo de hierro pirocete.
- H. El oxídulo de hierro oligisto.
- I. El óxide amarillo ó roxo de hierro.



- K. El sulfato de hierro.
- L. El fosfato de hierro.
- M. El tungstato de hierro.
- N. El carbonato de hierro.
- O. El prusiato de hierro.
- P. El hierro quarzoso.

Es necesario añadir á todas las variedades comprendidas en cada especie, no como minas de hierro sino como anexas á ellas, las piedras bastante cargadas de este metal en óxido por lo regular negro, para ser atraibles al imán ó ser imán ellas mismas, como los traps, y ciertas especies de serpentinas duras y sonoras. También se pueden mirar una gran parte de lavas volcánicas como materias bastante ricas de hierro para ser colocadas entre las minas de este metal.

#### D. *Ensayo y metalurgia.*

49 El número y diferente naturaleza de las minas de hierro que acabo de describir, exigen métodos particulares para ser analizadas. No obstante hasta el presente se han tratado todas de un modo general y semejante en los ensayos por la vía seca. Se empieza tostando las minas de hierro, ya sea para desazufrarlas, ó ya para dividir las, pues es claro que respecto á la docimástica se pueden considerar en general, ó como que contienen azufre, ó como simples óxidos, ó como cargadas de un ácido. Si este es volátil se escapa por la tostion como el azufre de las primeras; y si es fijo no se gastan las minas que le contienen para extraer el metal de ellas, sino que se las reserva solamente para algunos usos particulares. Quando la mina está desazufrada, desacidificada, ó dividida por la acción del fuego solo se trata de obtener el metal por medio de la fundición, separándole de la porción de ganga que puede contener, y quitándole el oxígeno de que puede estar mas ó ménos cargada. Para esto se le mezcla con carbon y sales fundentes, como bórax, álcalis, vidrio, muriato de sosa &c. Las adiciones varían en los diversos métodos que

los autores de Química han indicado, por lo que expon-  
drémos aquí los principales. Bergman aconsejaba colocar  
la mina tostada ó no tostada segun su naturaleza y quali-  
dades particulares, principalmente los carbonates de hier-  
ro ó *minas blancas espáticas*, en un crisol embrascado  
con media pulgada de polvo de carbon en el fondo, y  
un octavo de pulgada en las orillas; cubrirles con bórax  
calcinado; enlodar por encima otro crisol, y exponerle á  
un fuego de forja hasta una completa fusion (35).

50 El ciudadano Guyton ha recomendado para esta  
operacion siempre difícil una especie de fluxo que le ha pin-  
tado mejor, y consiste en mezclar igualmente ocho par-  
tes de vidrio molido, una de bórax calcinado, y media  
de carbon; en tomar dos ó tres partes solamente de es-  
te fluxo, si la mina es muy pobre, para una de esta; en  
colocar la mezcla en un crisol embrascado con arcilla ó  
polvos de carbon de un octavo de pulgada de grueso, al  
qual se enloda y ajusta una tapa; y calentar este vaso á  
un fuego muy fuerte de forja por espacio de media hora.  
Hace este ensaye doble con la mina tostada y no tostada,  
de las quales solo toma tres gramas, y saca de este modo  
un boton de hierro puro y dúctil, cuyo peso indica la  
cantidad de metal contenida en la mina que se ensaya.

51 Mr. Kirwan ha dado en su mineralogia otro mé-  
todo extractado de los anales de Crell para ensayar por  
la vía seca las minas de hierro arcillosas y síliceas, es de-  
cir, los óxides mezclados con arcilla y sílice. Se toman  
quatro partes de la mina, 1,25 de cal viva, 1,25 de flua-  
te de cal, 1 de polvos de carbon, y 4 de muriate de so-  
sa decrepitado: luego que está todo bien mezclado se po-  
ne en un crisol embrascado, al qual se ajusta y enloda una  
tapa, y luego que esta está seca se le pasa á una forja;  
donde se le da un calor moderado por espacio de un quar-  
to de hora, y el mas fuerte posible por tres. Si la cal no  
es viva se toma doble de la muerta. Las minas calizas de  
hierro se tratan del mismo modo substituyendo á la cal  
el doble de fluato de cal. Las minas sulfurosas son ensaya-  
das despues de la tostion, tratando de igual suerte quatro

partes con dos de fluato de cal, un tercio de carbon y quatro de muriate de sosa decrepitado. En todos estos casos de fundicion se tendrá cuidado de menear un poco el crisol para reunir el metal.

52 El ensaye por la via seca, que se acaba de describir, no indica la naturaleza del metal ó las aleaciones que puede dar, y sí solo la cantidad de hierro. Pero estas minas contienen muchas veces manganeso, é importa mucho averiguar su presencia. He aquí lo que indica Bergman como método muy á propósito para esto por la via seca. Se ha de poner candente en un crisol una pequeña cantidad de mineral, y echar encima cinco veces su peso de nitro purificado, cuidando que no entre carbon ni ceniza en el crisol. Luego que la mezcla se enfrie, la parte superior del crisol estará cubierta de una costra verdosa ó azulada si la mina contiene manganeso; pero esto tampoco es mas que un medio de anunciar, ó una indicacion que no da conocimiento alguno de la proporcion de este metal; lo que segun el ciudadano Vauquelin es tambien capaz de inducir á error, porque solo el álcali, el óxide de hierro ó los crisoles pueden producir un color verde sin que contenga manganeso; y así solo se puede conseguir esto por la docimástica húmeda.

53 Los ensayes que Bergman ha propuesto por medio de los ácidos ó por la via húmeda son verdaderas análisis mucho mas exâctas que los métodos ya indicados, y dan un conocimiento cierto de la naturaleza y proporcion de los componentes de estas minas. El método general que indica para los óxides ferruginosos; suponiendo que no contengan mucha tierra ó materia pétreas, es la disolucion en el ácido muriático y su precipitacion por los prusiates alcalinos. No he hablado aun del ácido prúsico, porque es producto de una descomposicion particular de las substancias orgánicas, y así solo debo tratar de él en las secciones siguientes; pero bastará saber por ahora, para comprehender bien el método de Bergman, que en un prusiate el álcali se halla saturado por una substancia que el hierro disuelto en un ácido le quita cediéndole este, y con la

qual el óxide de este metal forma un bello color azul, conocido baxo el nombre de azul de prusia, el que no solamente es un indicio de hierro, sino que tambien puede servir para conocer su proporcion. Se recoge este precipitado, se lava, seca y pesa; y su peso dividido por seis, desfalcado por otra parte de 0,04 por una porcion de este metal que se halla siempre en el prusiato, da bastante exáctamente la proporcion del hierro contenida en la mina. En el caso que contenga al mismo tiempo manganese ó zinc, lo que es muy freqüente por lo que hace al primero, y algo ménos por lo que al segundo, he aquí como se reconoce y se estima al mismo tiempo la proporcion segun Bergman. Se calcina hasta enrojecerse el azul de prusia precipitado de la disolucion muriática; se le trata con el ácido nítrico que solo toma el óxide de zinc, y apartado todo este se echa nuevo ácido nítrico con un poco de azúcar ó harina sobre el residuo, y por esta segunda operacion se separa el óxide de manganese si le hay; despues se disuelve el resto que solo es óxide de hierro por el ácido muriático, y se precipita por el carbonato de sosa. Lavado y desecado que esté, se reconoce por su peso desfalcando la proporcion de ácido carbónico que contiene el del hierro en estado de óxide: doscientas veinte y cinco partes de este precipitado corresponden á cien partes de metal. Este medio de separar los tres metales en óxides podria aplicarse á todas las especies de minas de hierro si fuese exácto; pero el ciudadano Vauquelin ha hecho ver en sus análisis de los aceros que era muy defectuoso, y que Bergman habia tomado muchas veces el hierro por el manganese que buscaba.

54 Las minas blancas de hierro ó carbonates de hierro mezclados con cal, deben tratarse segun el método del mismo químico, calentándolas primero fuertemente para hacer salir el ácido carbónico y el agua, y determinar su peso; despues se les quita la cal por medio del ácido nítrico que no toca al óxide de hierro, y el qual se dexa permanecer sobre él hasta que se colore de amarillo: la tierra caliza se precipita por la sosa. La porcion me-

rálca no disuelta se trata despues como hemos dicho arriba. Rinman creia que la pesantez específica de las minas blancas de hierro podria bastar para conocer exâctamente su naturaleza, y habia hallado que la de estas minas era respecto al hierro que contiene como 4 es á 5 en cada cien partes. Las minas de hierro que contienen azufre, alúmina ó materias pétreas, se analizan tambien muy fácilmente con el ácido muriático. Si este ácido no obra bastante bien sobre los sulfuretos se ayuda su accion con un poco de ácido nítrico. Si la ganga no es disoluble, como sucede quando es de naturaleza quartzosa, se la vuelve á encontrar despues de la separacion del óxide de hierro. Si es aluminosa ó caliza se la precipita despues del hierro, que es el único que se separa por el prusiato, dexando las tierras puras disueltas en el ácido.

§ 5 Por lo que hace á algunas sales nativas de hierro, como son el sulfato, el fosfato y el tunstato, se ha de notar que este último se ensaya, reconoce y analiza exâctamente por el mismo método que el tunstato de cal. El sulfato es tan fácil de reconocer por su sabor, y por otra parte tan fácil de analizar, como se verá en la historia de esta sal artificial, que no es necesario tratar aquí particularmente del modo de exâminarla. El fosfato de hierro, que hasta ahora no se ha hallado mas que diseminado en los óxides de hierro amarillos ó pardos, se distingue bien por su propiedad de precipitarse de sus disoluciones ácidas en polvo blanco mediante el reposo: hablaré de él mas abajo y con mayor extension. El hierro quartzoso es bastante difícil de tratar; sin embargo no resiste por mucho tiempo á la accion continuada de los ácidos, igualmente que las arenas ferruginosas y las diversas especies de ocre. El tratamiento en grande de las minas de hierro es uno de los mas bellos trabajos que tiene la metalurgia. En general son las minas mas refractarias, las mas duras, y las que exígen mas fuego y mejores hornos, y su tratamiento varía segun su estado y naturaleza del hierro en las minas. Hay algunas que no exígen una preparacion preliminar ántes de reducirse y fundirse, y otras deben ser moli-

das, lavadas, y á veces tostadas para ablandarse y ser mas fusibles. Se funden en general las hematites, los hierros cenagosos, terreosos, en masas, en granos, en pisolitas ó en oolitas entre carbon. Los hornos que sirven para esta fusion tienen desde quatro hasta doce y trece varas de alto, y se hacen de ladrillos muy refractarios. Su cabidad representa dos pirámides quadriláteras, ó dos conos prolongados, que tienen sus puntas uno arriba y otro abaxo, y se reunen por sus bases hácia la mitad de la altura de los hornos: hácia la parte inferior de este vasto horno se abre un agujero destinado á sacar la fundicion, y el qual se tiene tapado con tierra miéntras que la mina se reduce: á este agujero corresponde por la parte exterior del horno un canal triangular cavado en el suelo, y que sirve para recibir el metal fundido. Se empieza echando en el fondo del horno algunas ascuas, sobre las cuales se pone el carbon de leña ó de piedra, que se escoge seco y poco fusible, y en medio de este carbon, ó casi revuelto con él, se coloca el mineral, al qual se añaden despues algunas materias fundentes, comunes y fáciles de hallar: por lo regular es carbonato de cal compacto, que se llama *castina*, y á veces se prefieren algunas piedras arcillosas. Se cubre todo con una capa espesa de carbon, que se levanta hasta la abertura superior del horno. Se acelera la fundicion dando al fuego la mayor actividad posible por medio del ayre comprimido que se introduce en ella con el auxilio de fuelles movidos por el peso del agua ó por su vapor recogido en una máquina á propósito, y que es de mucha energía, tal como la que se ha establecido en la fábrica de Creusot cerca de Autun. El óxide de hierro se reduce entre el carbon, por medio del qual se calienta; al mismo tiempo las materias pétreas ó terreosas que acompañan á este óxide, ó se añaden á él como *castina*, se funden, vitrifican, y auxilian la fusion del hierro, que empieza por la parte ancha y mas caliente del horno. El metal se recoge en la parte mas baxa que se llama crisol, la qual tiene un poco de declive hácia el canal exterior de que hemos hablado. Concluida la fundicion se destapa el

agujero que comunica á este canal, y entónces la materia metálica bien fluida corre del crisol al canal que llena poco á poco: despues del metal corre en masa mas ó ménos dúctil y bien fundida, la substancia vitrificada que forma la escoria, y se fixa en una especie de vidrio opaco, gris, verde, blanquecino, azulado, amarillento ó pardo, segun la naturaleza de la mina y el fuego que se le ha dado. Los operarios juzgan muchas vèces del estado de su operacion, y de la naturaleza del metal que han de sacar por las propiedades de esta escoria, lo que supone de su parte una larga serie de observaciones sobre todas las diferencias que presenta comparadas con las várias circunstancias que acompañan á su formacion. Esta correspondencia entre la escoria y el metal sacado de los hornos altos exigirá, para ser conocida con mucha exâctitud, experiencias continuas, y una análisis de todas las variedades que presenta esta escoria; análisis que ningun químico ha hecho todavía.

§ 6. El metal así reducido, y recibido en el canal triangular donde se fixa en forma de un grueso riel de la misma forma, se llama por los metalurgistas *hierro crudo*, *hierro colado*, ó *fundicion*, *ferrum fussum*, *ferrum crudum*, el qual todavía no es un verdadero hierro. En este primer estado, y al salir de la operacion de los hornos altos, no tiene ductilidad, es agrio; y por esta razon, y no poder servir para los usos del hierro propriamente tal, se le distingue cuidadosamente, así en las artes como en la metalurgia, por los nombres indicados. Los químicos y metalurgistas han tenido por largo tiempo ideas sistemáticas y erróneas sobre la naturaleza de este metal colado, y sobre la causa de sus diferencias del hierro. Estos creyeron, y aun algunos de ellos creen todavía que su propiedad muy fusible, su naturaleza muy quebradiza, su dureza excesiva, y su textura granujienta, y semejante á la de los metales agrios, dependian de la presencia de una cantidad mayor ó menor de escorias vitrificadas que quedaban incorporadas con el hierro. Los químicos que sabian, por sus propias experiencias, que una materia fundida en vidrio no podia unirse á un metal, tenian ideas muy dife-

rentes sobre la fundicion. Unos creian con Brandt que se debía al arsénico aleado con el hierro; otros que, quedando siempre unido el zinc á este metal, era la verdadera causa de las propiedades de la fundicion; y otros las atribuian al manganeso. Pero como ninguna experiencia positiva habia probado la generalidad de la presencia de ninguno de estos tres metales, ó su constancia en las diversas especies de fundicion, los químicos mas exâctos acabaron por mantenerse en la idea de mirar el hierro colado como hierro impuro, no reducido aun completa y perfectamente, y que contenia en alguna manera una porcion de óxide interpuesto entre sus moléculas; no obstante esta última asercion se oponia á los cònocimientos exâctos de la Química, pues estaba bien averiguado que un óxide no podia quedar en manera alguna combinado con el metal que habia producido. Así Bergman adoptó otra opinion sobre la naturaleza de la fundicion; atribuia sus propiedades á la presencia de un metal que él llamaba *siderita*, lo qual se ha visto luego ser solo una combinacion de fósforo y hierro que existe á la verdad en muchas fundiciones, sea que esto provenga primitivamente de las minas cenagosas, sea que se deba, como acontece muchas veces, á ciertas especies de carbon de piedra, con que se alimentan algunos hornos altos. Pero, aunque la presencia de este fosforeto de hierro sea cierta en varias fundiciones, basta no obstante que haya algunas que no le contengan para que no se atribuya constantemente la causa general de las propiedades del metal en este estado á la existencia constante de este compuesto en el hierro colado. Era preciso hallar una causa mas general y constante en todas las fundiciones. Este bello descubrimiento se debe á tres sabios franceses que se ocupáron mancomunadamente en su investigacion. Los ciudadanos Vandermonde, Monge y Berthollet por medio de luminosas experiencias, sin olvidar todas las que se habian hecho ántes de ellos, principalmente los resultados de Bergman en su análisis del hierro, hallaron que la fundicion no era otra cosa mas que hierro unido todavía con una cierta proporcion de oxígeno, y



combinado al mismo tiempo con carbono, y que las diferencias que presentaba dependian de la proporcion relativa de estas tres substancias. Sus conclusiones exáctas y fáciles de comprehender allanaron todas las dificultades que hasta entónces habian hecho espinosa la historia de esta materia tan útil, y explicáron con claridad todas las obscuridades de que estaban cubiertos los diversos métodos de preparacion ó beneficio de las minas de hierro.

57 Los metalurgistas distinguen con cuidado varias especies, ó por mejor decir, quatro variedades principales de fundiciones, que designan con los nombres de fundicion *blanca*, *gris*, *negra* y *manchada*, que los franceses llaman *truitée*, es decir, salpicada de pintas como la trucha.

A. La fundicion blanca, que es muy fácil de conocer por su color brillante, grano grueso, mucha fragilidad y aproximacion á aquellos metales que en otro tiempo se llamaban *semimetales*, es en general la mas mala y ménos resistente: contiene mas oxígeno que todas, ó se acerca mas al estado de óxide: por lo regular tiene mucho fosforeto de hierro, y apenas puede gastarse sino para obras que no tengan que resistir á choques ni presiones, como planchas de chimeneas &c.

B. La fundicion gris, que ocupa el lugar medio entre la blanca y la negra, debe este color á una proporcion mayor de carbono, y ménos fosforeto de hierro; tanto que á veces no contiene un átomo de este último compuesto, que es el origen de la fragilidad de la fundicion precedente y del hierro que resulta de ella: es de una textura compacta, poco brillante, de grano muy fino, y se dexa limar y tornear fácilmente. En general es la fundicion de mejor calidad; se quiebra con bastante dificultad; hay tenacidad y resistencia entre sus moléculas; es muy poco alterable; es mas dulce que las demas, y así se emplea con ventaja para la fabricacion de muchos instrumentos que deben resistir á pesos, percusiones, esfuerzos y presiones qualesquiera, tales como ruedas, volantes, cañones de navío y de batir &c.

C. La fundicion negra difiere de la anterior en que contiene mucho mas carbono, que es quien la da su color, lo qual proviene de la demasiada cantidad de carbon empleada para sacarla, y del largo tiempo que ha permanecido en contacto con este cuerpo. Seria acero si se la quitase el oxígeno que contiene, y así es muy á propósito para convertirse en tal; es muy fusible, pero capaz de saltar como vidrio si sufre algun choque, sobre todo quando se expone á repentinas y grandes variaciones de temperatura: por lo tanto solo se gasta en cosas que hagan poca ó ninguna resistencia; y en piezas de poca importancia.

D. La fundicion manchada ó *atruchada*, llamada así porque sobre un fondo gris ó blanquizco presenta en su fractura muchos puntos negruzcos mas ó ménos grandes, á manera de las pintas que tiene la trucha, es una mezcla de fundicion blanca ó gris, y fundicion negra diseminada mas ó ménos irregularmente en la masa de la primera. Participa de las propiedades de ámbas, y proviene de una fusion desigual ó un enfriamiento demasiado súbito.

§ 8. Conocida bien la naturaleza de la fundicion en general, hallamos ser como un hierro levemente oxidado todavía, y mas ó ménos carbonado; lo que, al paso que manifiesta su diferencia del hierro, explica fácilmente sus propiedades características. La presencia del oxígeno hace ver por qué ha dado á Bergman en sus ingeniosos ensayos mucho ménos gas hidrógeno que el hierro; por qué es mucho ménos alterable que él por el ayre y el agua; por qué á medida que se la hacen padecer varias fusiones sucesivas, sobre todo en los hornos de reverbero, segun se practica para la fundicion de piezas de artillería, cilindros de gran diámetro, volantes anchos; y en fin todos los utensilios grandes en general, se acerca poco á poco al estado de hierro, y da cada vez, segun la forma y duracion del fuego que sufre, una porcion mas ó ménos abundante de verdadero carbureto de hierro, bien reconocido por los tres físicos citados arriba; por qué siempre que se toma algo de la porcion fundida para vaciarla por partes en moldes pequeños, dexa sobre los cucharones que sirven para esto un

baño brillante escamoso de carbureto de hierro muy fácil de reconocer. Una observacion constante confirma principalmente el último resultado, y es que se halla frecuentemente en los hornos donde se benefician las minas de hierro para sacar la fundicion, igualmente que en los crisoles donde se refunde muchas veces carbureto de hierro artificial á veces cristalizado.

§ 59. El arte ingenioso, por el qual se convierte la fundicion en hierro propiamente tal, se deriva inmediatamente de lo que acabo de exponer. Se comprehende muy bien que no consiste en otra cosa mas que en la separacion del oxígeno y el carbon, que quando estan unidos con el hierro constituyen la fundicion ó hierro colado. Para verificarse esta condicion se expone á un alto temple la fundicion que se va á afinar. El horno que sirve para esta afinacion es una forja de hierro algo ahondada; sobre la qual se coloca una masa de fundicion rodeada por todas partes de carbon de leña: una tobera dirige sobre este combustible una gran cantidad de ayre, movido con mayor ó menor velocidad: como la principal operacion consiste en hacer quemar el carbono contenido en la fundicion á expensas del oxígeno que se halla unido con él, y echar fuera éstos dos cuerpos que deben desprenderse combinados en gas ácido carbónico, es necesario hacer fundir la masa, y presentar sucesivamente todas sus superficies hacia fuera, de manera que el ácido gaseoso pueda desprenderse libremente. He aquí por qué, quando la fundicion está reblandecida, se la remueve con hurgones, y se la da vueltas como una verdadera pasta. Por este movimiento el carbon exterior ó de la forja se lleva una porcion de oxígeno de la fundicion, y su propio carbono se lleva al mismo tiempo otra parte de él: la masa se halla por el exterior en una continua efervescencia: las moléculas del hierro purificado de esta suerte se acercan poco á poco, se aquietan y se unen mas estrechamente. Una parte del carbono de la fundicion tira tambien á separarse en carbureto de hierro: el fosforeto ferruginoso, que á veces contiene la masa, queda siempre fluido, al paso que la porcion de

hierro ya afinado, y que es mucho mas difícil de fundir que la misma fundicion, comienza á fixarse, y hacerse ménos pastosa; lo qual advierte el operario quando la urge, por la dificultad que halla en mover y dar vuelta á esta masa que ya está mas densa y mas próxima á la solidez; y dice en su lenguaje expresivo que el hierro adquiere *naturaleza*. Entónces dexa de menearla, y lleva su fundicion, que ya tiene naturaleza de hierro, sobre un gran yunque colocado cerca del horno de afinacion, donde la bate con un martillo muy pesado, movido por una máquina de agua ó vapor. Esta percusion rápida pone mas contiguas las moléculas del hierro, exprime la porcion de fosforeto que queda entre ellas, desprende el carbureto de hierro, igualmente que una parte del hierro oxígenado, que cubre la superficie, y acaba así la purificacion del metal, que habian comenzado la accion del fuego y el amasamiento ó meneo con las barras. Así se saca el hierro propiamente dicho, *hierro forjado*, *ferrum cusum*.

6o Este hierro, casi siempre producto de la afinacion y martilleo de la fundicion, puede sin embargo obtenerse algunas veces sin fusion preliminar, y por una especie de afinacion primitiva. Esto se observa en el tratamiento de ciertos carbonates de hierro y algunas minas de óxido oligisto, como el hierro de la isla de Elba. Basta calentar fuertemente, reblandecer pronto estas minas entre carbon encendido que obra inmediatamente la reduccion, y llevar sobre la marcha esta especie de fundicion extemporánea baxo el mazo de hierro, para separar los cuerpos extraños, la porcion de escoria que adhiere todavía á ella y las demas materias, ó aun aquella parte de fundicion que se halla mezclada y confundida con ellas. Este método se llama *método catalán*, porque se practica frecuentemente en Cataluña: á veces esta práctica tan sencilla, y fundada, como se dexa conocer, sobre la naturaleza de la mina misma, da con facilidad acero; porque, tratando de esta suerte al carbonate de hierro, que contiene á este metal en estado de óxido puro, se le quita fácilmente su oxígeno al paso que se introduce carbono. Por eso mismo

se llama este producto *acero natural*, y las minas *minas de acero*, segun he dicho mas arriba.

61 El hierro afinado, ó extraído de la fundicion por los medios indicados, se distingue entre los fabricantes y operarios que le gastan en diferentes especies, segun las propiedades de que goza, y las diferentes substancias que puede retener aun en combinacion. Distinguen principalmente el hierro dulce y el hierro agrio. El hierro dulce es muy dúctil, se adelgaza y forja fácilmente en frio, se dexa trabajar muy bien, se dobla como se quiere, y se le pueden dar todas las formas posibles. Aquel que, quebrándose despues de doblarse muchas veces en un mismo parage, presenta en su fractura hilos ó fibras muy manifiestas y perceptibles, se llama *hierro nervioso*, porque resiste á la fractura, y se dexa alargar mas ó ménos sin romperse. No obstante se ha de observar que el hierro mas nervioso en su textura puede quebrarse netamente y al primer golpe, si este es muy violento y súbito; de manera que entónces ya no se verá su nervio interior; quando si se dan golpes moderados y sucesivos sobre el hierro mas agrio, se le puede hacer presentar la apariencia de fibras y nervios en su textura. Por lo tanto nos atendrémos mas bien á exáminar el grano de los hierros quebrados todos de un mismo modo; para tener un término exácto de comparacion, si queremos adquirir algunas nociones precisas sobre sus diferencias á la simple vista. El hierro agrio tiene un grano mas ó ménos grueso, ó una fractura llena de escamas brillantes casi como los verdaderos metales frágiles. El hierro dulce no presenta en su fractura súbita mas que granos muy menudos, y por poco que se doble ántes de romperle, ó que se rompa por varios golpes sucesivos, presenta fibras muy perceptibles y aun encorvadas en su fractura.

62 Tambien se advierten diferencias muy notables en dos especies de hierro, uno que se llama *hierro quebradizo en frio*, y otro *quebradizo en caliente*. El primero llega muchas veces á quebrarse al menor esfuerzo, y casi como un vidrio: debe sin duda alguna esta propiedad al fosforeto de hierro que contiene, y se asegura uno de ello,

y se reconoce al mismo tiempo la proporcion disolviéndole en ácido sulfúrico extendido en agua. Esta disolucion conservada por algun tiempo en una vasiija cónica se vuelve blanca y lechosa, y dexa posar poco á poco el fosfate de hierro que el fosforeto ha formado mediante la disolucion. El segundo de estos hierros se forja muy bien en frio; pero por una singular propiedad, á medida que se le calienta, se va volviendo frágil; y quando está candente se quiebra mas ó ménos, unas veces como vidrio, y otras hendiéndose ó resquebrándose. Hoy generalmente se cree que esta última propiedad depende de una aleacion de algunos metales extraños, tales como el manganeso, y sobre todo el arsénico; pues este último formando una aleacion muy fusible se reblandece en los intersticios del hierro, donde se halla diseminado, lo que no le sucede á este, y así se separa de las moléculas, ó se disminuye singularmente su adherencia recíproca, lo que le hace saltar quando se le da un golpe.

63. Por lo que hace al acero, tercer y muy notable estado del hierro, no hablaré aquí de él siendo una combinacion particular del hierro y del carbono aleado á veces con fósforo, cuya historia vendrá mejor en la clase de los compuestos del hierro con los cuerpos combustibles; por otra parte lo que ahora tratamos de exáminar son las propiedades químicas del hierro propiamente tal, y el acero es solo uno de sus compuestos ó modificaciones.

#### *E. Oxdabilidad del hierro por el ayre.*

64. Nadie ignora que el hierro expuesto al ayre se altera mas que ningun otro metal, se convierte en herrumbre, desmoronándose poco á poco en forma de polvo amarillo, y se destruye así todo él, aun en los pedazos mas gruesos que se consumen hasta su centro, y se mezclan por fin con la tierra, cuya forma toman. Esta es la razon por qué el óxide de este metal es tan abundante y freqüente entre los fósiles, y parece estar destinado á cubrir y colorar toda la superficie del globo, combinándose con todos los demas cuerpos, é insinuándose, por decirlo así, en todos

los compuestos. En otro tiempo se atribuía este efecto á las sales contenidas en el ayre, sin tener conocimiento alguno real de la causa de esta fuerte alteracion. Despues del establecimiento de la doctrina neumática y de los descubrimientos que la fundaron, este fenómeno es uno de los hechos químicos mas bien conocidos. Se sabe que el hierro es en el orden de los metales el segundo ó el que sigue inmediatamente al manganeso, respecto á su combustibilidad y tendencia á absorber y condensar en frio el oxígeno atmosférico: esto se prueba con una experiencia tan sencilla como decisiva. Entrando unos alambres en una campana llena de gas oxígeno, colocada sobre el aparato de mercurio, se ve disminuir el volumen de este gas al cabo de algunos dias, tomarse el hierro á medida que esto se verifica, hincharse ó esponjarse al parecer, cubrirse de un polvo ó finas escamas amarillas, que se levantan sobre su superficie y apenas tocan á la capa metálica, acabando por penetrar hasta su interior si la cantidad de gas oxígeno es suficiente, y se prolonga algun tiempo el contacto de los dos cuerpos. Un poco de agua favorece singularmente esta accion, y mas abaxo se verá por qué. Como se pone en libertad una porcion de calórico, se eleva sensiblemente la temperatura en el interior del aparato. El hierro, oxidándose así en frio y espontáneamente, aumenta de peso en la proporcion exácta del que pierde el gas oxígeno. La misma operacion executada en el gas ázoe mas puro no produce cosa semejante. Por tanto, considerando la accion de todo el ayre sobre el hierro, se ve que esta depende del gas oxígeno que contiene, y viene á ser una combustion lenta, cuyo producto es la herrumbre que roe á este metal.

65 Antiguamente se servian de esta oxidacion espontánea del hierro al ayre para preparar un medicamento que se llamaba *azafran de Marte aperitivo*, exponiendo limaduras de hierro al rocío de Mayo en vasijas nuevas de barro ó de vidrio. Las ideas que los alquimistas concibieron sobre los efectos de éste rocío, aunque quiméricas sobre su causa, no dexaban de tener fundamento en su re-

sultado; pues parece cierto que el agua precipitada del ayre por su enfriamiento durante la noche, está bastante cargada de gas oxígeno para obrar con una energía muy sensible sobre los cuerpos que se exponen á ella; y así se obraba esta oxidacion por la doble accion del oxígeno atmosférico y del agua. El hierro así oxidado absorvia poco á poco el ácido carbónico de la atmósfera, y amarilleaba volviéndose carbonate; y en efecto así la herrumbre como el antiguo *azafran de Marte aperitivo*, tratados en vasijas cerradas, dan gas ácido carbónico, y pasan al estado de un polvo negro, que no es mas que un verdadero óxide, como se probará mas adelante. Con motivo de esta facilidad con que el hierro se oxida espontáneamente y en frio al ayre, se trató largo tiempo ha, de ver como preservarle de la herrumbre, y conservarle con todas sus propiedades para hacer su uso mas ventajoso, y su duracion mas permanente. Las capas de colores oleosos y desecantes y los barnices, una aplicacion de aceyte muchas veces renovada y mantenida continuamente, un baño de carbureto de hierro hecho mas ó ménos adherente por la presion y los mordientes, y las hojuelas de otros metales ménos oxidables espontáneamente, como el estaño, y aun los mas preciosos como el oro y la plata, á quienes se les hace entónces servir de conservadores del hierro, son los medios mas seguros y mas en uso para conseguir este objeto.

66 La propiedad combustible del hierro se acrecienta mucho con la temperatura. No se puede calentar este metal al contacto del ayre, por poco que se le enroxezca, sin que se queme. Quando se hace esta operacion sobre pedazos gruesos ó barras de hierro se empañan en su superficie, se vuelven primero negras, despues se levantan en hojuelas, aumentan de volúmen, se hinchan, y se separan de la porcion de hierro no quemada, que está debaxo. Si se les dexa enfriar en este estado, y se las bate, saltan unas hojuelas negruzcas, quebradizas como el vidrio, de una textura muy fina y muy dura en sus últimas moléculas, que se llama cascarilla ó *batiduras* de hierro á causa de la operacion por qué se sacan: por eso los metalurgis-



tas y operarios que conocen bien este efecto, del qual depende la pronta destruccion de las barras mas gruesas de hierro, que se gastan para rejillas y apoyos en los hornos, creen generalmente que no se puede hacer fundir el hierro sin quemarle; y esto es cierto quando se funde al contacto del ayre. Las batiduras de hierro bien molidas dan un polvo negro atraible al iman, muy semejantes al óxide oligisto ú oxídulo, y se reconoce, si se las observa con cuidado, que han sufrido una verdadera fusion al ménos pastosa; que á esta fusion deben su esponjamiento; que las moléculas que las componen se han cristalizado al enfriarse; que su aproximacion las hace mas duras y mas quebradizas que las del hierro; y finalmente que si se las muele dan un polvo negro brillante. La porcion del hierro así quemado ú oxidado aumenta de peso de veinte y cinco á veinte y siete por ciento de metal. Ella es la que en todos los trabajos en que se calienta el hierro, en que se dexa mas ó ménos largo tiempo rusiente al ayre, en que se le bate, despues de haberle enroxecido para forjarle y soldarle, forma aquellas hojuelas, fragmentos irregulares, y especie de escorias que son tan freqüentes en las fraguas y ferreñas. Sin embargo no se han de confundir con las demas escorias mejor fundidas y vitrificadas, que tienen tierras ó cenizas de carbon de piedra combinadas con el óxide de hierro por la vitrificacion.

67 Todo el mundo ha podido notar tambien que calentadas estas hojuelas por largo tiempo al contacto del ayre, ó expuestas muchas veces de seguida al fuego, toman un color de roxo parduzco muy perceptible; lo que es un progreso de oxidacion que se executa mucho mejor quando se hacen calentar y enroxecer fuertemente limaduras de hierro, las que, despues de haber tomado el color negro, pasan al pardo ó roxo obscuro. En este estado, que solo se logra por una agitacion continua, y un alto temple sostenido por algunas horas seguidas, contiene el óxide de hierro mas de 0,40 de oxígeno; y se halla baxo la forma de un polvo mas ó ménos tenue. Antiguamente se llamaba este óxide pardo *azafran de Marte as-*

*tringente.* Las propiedades de esta especie de óxide difieren de las del anterior ú óxide negro. Se pueden distinguir en él dos porciones de oxígeno, porque adhieren á él con grados de fuerza diferentes. Los 0,25 de este principio están mas asidos á él, digámoslo así, que los 0,15 ó 0,20 que se le añaden en el estado de óxide pardo: á la primera porcion se la podria llamar *oxidulante* y á la segunda *oxidante*. Esta puede quitársele fácilmente por el hierro metálico que, partiendo con el primero este oxígeno oxidante, constituye un óxide negro uniforme en toda la masa. Así es como halló el ciudadano Vauquelin que calentando partes iguales de limaduras de hierro y óxide roxo de hierro se saca sin desprenderse nada un total de óxide negro que contiene solamente cosa de 0,25 de oxígeno, quando el óxide roxo contenia ántes de 0,40 á 0,49. Además de eso el óxide pardo de hierro no es reductible por la accion sola del fuego, ni dexa separar su oxígeno por solo el calórico.

68 Todos los fenómenos ya indicados de la oxidacion del hierro pertenecen solo á su combustion lenta; sin embargo hay un gran número de circunstancias en que este metal arde con una rapidez y energía que se parecen á una verdadera deflagracion, ó una inflamacion mas ó ménos violenta. Quando se echan por exemplo limaduras de hierro en un brasero bien encendido arden con chispas y decrepitacion muy sensibles. Lo propio sucede quando se la hace caer sobre la llama de una buxía; ó quando se arroja al traves de ella una limadura muy fina. Examinando los hornos en que se funden estas minas, las forjas en que se afina la fundicion, las fraguas en que esta se refunde al reverbero, y donde se vacía en vastos moldes, y los obradores en que se da al hierro una calda para forjarle, batiéndole á golpes redoblados; se ve en todas estas partes arder este metal con una llama viva, y chispas muy brillantes lanzadas á lo léjos como un hermoso fuego artificial. Si se hace atravesar por alambres de este metal, aunque sean gruesos, una chispa eléctrica fulminada por una fuerte batería, se ve segun el profesor holandés Van-mar-

rum que es el primero que lo ha indicado, encenderse los alambres con ruido, perder su textura y solidez, pulverizarse con estrépito, y disiparse en el ayre en un humo que se condensa en polvo de color pardo negruzco. En fin el simple arte de sacar chispas con el eslabon tan ingeniosamente inventado para hacerse fuego, está fundado sobre la propiedad que tiene este metal, aun en estado de acero, de encenderse é inflamarse en el ayre, y las chispas que se sacan no son otra cosa que partículas de hierro desprendidas del eslabon por el pedernal tan fuertemente heridas y comprimidas, que se enrojecen al golpe, y se inflaman con ayuda del gas oxígeno atmosférico; y así si se recoge el producto de estas chispas sobre papeles blancos, se halla un polvo negro, cada grano del qual engrandecido por una lente presenta una pequeña bolita hueca de óxide negro de hierro muy agrio, aunque atraible todavía al iman.

69 Se aumenta mucho mas la energía y rapidez de esta combustion ardiente, quando se sumerge un alambre enrojecido en un vaso lleno de gas oxígeno, como Ingenhousz es el primero que lo ha observado. Pero hoy en el dia se ha variado y engrandecido de tal modo esta experiencia, que es una de las que dan el espectáculo mas bello que verse puede. Se llena de gas oxígeno un frasco de cristal, cuyo suelo sea de cobre, y en el qual se dexa un poco de agua: al tapon de corcho, que debe estar cubierto por la parte inferior con un poco de hoja de lata para impedir que se queme, se asegura un alambre ó cuerda de clave, ó un muelle delgado de relox, y á su extremidad se pone un poco de yesca encendida; se entra el tapon en el gollete del frasco, y la yesca sumergida en el gas oxígeno arde vivamente, pone rusiente la punta del alambre, y este se funde y arde arrojando innumerables chispas. Cada una de ellas, igualmente que la porcion de hierro fundido y candente, que cae gota á gota de la extremidad del hierro, es una esferita hueca de óxide de hierro negro fundido; algunas veces, si el gas oxígeno es muy puro y abundante, arde todo el hierro con el mismo brillo hasta la úl-

tima molécula. Lavoisier ha demostrado que aumentaba cosa de 0,27 por ciento. Igual incendio se produce echando con un tubo gas oxígeno sobre hierro fundido al soplete en un crisol de carbon. Sin recurrir á la accion del gas oxígeno se logra un fenómeno análogo á este, sea poniendo á la llama de una buxía aquellos alambres en extremo finos, que sustentan los adornos de los gorros de las mugeres, ó sea presentando el hierro al foco de un espejo ustorio: últimamente se verá mas adelante que muchos cuerpos que tienen una gran cantidad de oxígeno, y lo dexan separar prontamente, tienen la misma propiedad de inflamar el hierro, y hacerle arder con ruido y chispas. Segun esto se ve que este metal es lo mismo que otros cuerpos combustibles que tienen dos modos de arder, uno lento y otro rápido.

#### *F. Union con los cuerpos combustibles.*

70 El hierro es una de las materias que mejor se combinan con los diferentes cuerpos combustibles, y da en sus combinaciones el mayor número de compuestos útiles. Sin embargo no se conoce union inmediata entre él, el ázoe y el hidrógeno, aunque parece que el gas hidrógeno puede disolver en algunas circunstancias, y llevar consigo un poco de hierro con carbono. Se sabe que el hidrógeno aun en el estado de gas es capaz de quitar á su óxide roxo la porcion de oxígeno que contiene sobre su oxidacion de color negro, y que por esto el contacto de este gas caliente, principalmente con el óxide roxo de hierro, le hace pasar bien pronto al estado de óxide negro, sin poderle quitar jamas la parte de oxígeno que tiene en este último estado, y que adhiere muy fuertemente al hierro, como dexo ya explicado.

71 El carbono se combina fácilmente con el hierro quando este, bien sea fundido, ó próximo á fundirse, se pone en contacto con carbon muy dividido. Quando el carbon mismo absorbe un poco de hierro, y no pasa de un décimo de su peso, se hace ménos combustible que lo que

era; toma un brillo metálico, y se hace en una palabra un carbureto de hierro, que se prepara artificialmente en una multitud de circunstancias, sea calentando fuertemente carbones ferruginosos en vasos cerrados, sea descomponiendo á un fuego fuerte materias orgánicas que contengan un poco de hierro, y que reducidas al estado carbonoso manifiestan muchas veces en su residuo el carácter de carbureto de hierro; ó sea, y este es el método mas frecuente de su fabricacion artificial, fundiendo el hierro entre carbones amontonados, una parte de los cuales toma este carácter, ó refundiendo muchas veces de seguida hierro colado, del qual se separa cada vez realmente una cierta cantidad de este compuesto; ó sea en fin calentando fuertemente sobre hierro aceytes ó grasas, que carbonificándose en su superficie forman una capa adherente de carbono ferruginoso, capaz de defenderle de su propia oxidacion.

72 Hay otro género de combinacion entre el hierro y el carbon, de mucha mayor importancia que la del carbureto de hierro, por sus propiedades é innumerables usos. Es opuesta á la precedente en sus proporciones, porque no es un compuesto de mucho carbono y poco hierro, sino por el contrario de mucho hierro y poco carbono. Se conoce baxo el nombre de acero, *chalybs*. La teoría de su fabricacion, que ha ocupado por largo tiempo á los químicos, sobre la qual han tenido opiniones muy diferentes segun los grados de adelantamiento de la ciencia, desde las primeras nociones dadas por Aristóteles y Plinio que la conocian hasta Reaumur, que en su obra monográfica sobre esta composicion es el que mas se ha acercado á la verdad, se ha puesto en claro por las experiencias de Bergman, de Reaumur y del ciudadano Guyton, confirmadas, estudiadas y comparadas por los ciudadanos Vandermonde, Monge y Bertollet. Resulta de todas estas investigaciones comparadas unas con otras, que en el caso en que se quita rápidamente el oxígeno á la fundicion, sin quitarla al mismo tiempo el carbono, ó bien restituyéndola el que se escapa de su interior con este oxí-

geno baxo la forma de ácido carbónico, se saca acero, y es el que se llama *acero natural*; que siempre que se calienta mas ó ménos largo tiempo y con bastante fuerza para reblandecerle bien, hierro puro ó dulce rodeado tambien de carbon muy dividido, este penetra en el interior del hierro, se combina capa por capa con él, y le hace pasar al estado de acero desde fuera á adentro; este se llama *acero de cementacion* ó *acero artificial*. En general se fabrica del modo siguiente: se colocan unos barrotes de hierro en un crisol, de modo que esten rodeados por todas partes de polvo de carbon sin tocarse unos á otros, ni tocar á las paredes del crisol; se cubre y se enloda bien este vaso; se le calienta en un buen horno hasta ponerle candente por siete ú ocho horas; luego que el todo se ha enfriado bien, se encuentra el carbon en el mismo estado en que se dexó; los barrotes conservan su forma y situacion, y únicamente tienen algunas ampollas que anuncian el reblandecimiento de su superficie y el desprendimiento de un gas. Pero su interior descubierto por una lima presenta un estado muy diferente de lo que era. Su grano es ya mas grueso y brillante, es agrio y quebradizo, necesita ser calentado y forjado para recobrar su ductilidad, y entónces es mas maleable que ántes. Si se le sumerge en agua fria despues de haberle enrojecido, adquiere una dureza á que jamas llega el hierro por la misma operacion, y si se le toca con ácido nítrico presenta una mancha negra en aquel parage; en una palabra está convertido en acero.

73 He aquí las principales propiedades que distinguen el acero del hierro ademas de las que acabo de indicar en general. El acero toma un pulimento mas vivo, y un color mas blanco que el hierro; es un poco mas pesado y mas dúctil quando ha sido forjado: adquiere por el temple una dureza y elasticidad fortísimas, igualmente que la qualidad sonora que notamos en el instrumento llamado triángulo; es ménos atraible al iman; recibe mas lentamente, pero conserva mejor que el hierro la propiedad magnética; la percusion y el frotamiento se la comunican en el mas alto grado; y no se oxída tan prontamente al

ayre; es verdad que en esta propiedad y en otras varias conviene con la fundicion. Quando se le calienta al contacto del ayre, y se le caldea simplemente, se colorea mas que el hierro, y toma sucesivamente unos matices constantes, por medio de los quales se juzga y determina en las artes la especie de calda que se le ha dado. Al paso que pierde la dureza que el temple le habia comunicado, pasa en las superficies pulimentadas al color blanco, amarillo, naranjado, roxo y azul, y este último desaparece por fin para tomar el color de agua quando se le da la mas fuerte calda. Al quemar el acero se ve salir una llamita azul, y muchas veces despidе olor de ajo: tambien se halla siempre en él por el análisis una pequeña porcion de fósforo, segun resulta de las últimas experiencias del ciudadano Vauquelin sobre diferentes especies de acero comparadas. Rinman averiguó que era casi dos veces mas dilatible que el hierro por el calor: la fundicion se acerca á él en esta propiedad; es ménos fusible que la fundicion y mas que el hierro. Se le puede derretir y conservar su ductilidad; pero este acero fundido es mas difícil de arder al fuego despues, y no se puede soldar sin otra especie de acero intermediario. Arde despidiendo chispas roxas, y no tan bien como el hierro; da mas gas hidrógeno por la accion de los ácidos sulfúrico y muriático que la fundicion, y ménos que el hierro dulce; y este gas hidrógeno es siempre carbonado. En todas sus disoluciones queda un polvo negro que es carbureto de hierro, mas abundante en el acero de fundicion que en el de cementacion, y que varía singularmente en sus proporciones segun las diversas especies de acero que se disuelven. A este carbureto de hierro separado es á quien se debe la mancha negra formada sobre los aceros por el ácido nítrico, mancha que forma un carácter distintivo muy bueno para distinguir el acero del hierro. El acero da chispas mas roxas que las limaduras de hierro por su detonacion con el nitro y muriate sobreoxigenado de potasa; y en fin da ácido carbónico que se puede recoger en estado de gas, y juzgar por él de la proporcion de carbono que contiene.

74 El análisis de los aceros hecho por Bergman, Rinman, los ciudadanos Guyton, Bertollet y Vauquelin, al paso que ha dado á la ciencia los resultados que acabo de indicar, ha probado también que con algunos milésimos de carbono quedaba el hierro convertido en acero; que no se conocia aun el *minimum* de carbon necesario para obrar esta conversion; que el *maximum* á que llega muy fácilmente quando está demasiado cementado le acerca en alguna manera al estado de fundicion negra; que contiene con bastante frecuencia fósforo en la dosis de la mitad del carbono; que constantemente se halla en él sílice y manganeso; pero que no se sabe aun la influencia que estos cuerpos tienen sobre él, aunque sea verosímil que no son esenciales para la fundicion y naturaleza del acero. El ciudadano Vauquelin ha hecho, respecto al análisis del acero, muy juiciosas reflexiones sobre que este compuesto jamas se halla en una relación constante de composicion, y sobre la imposibilidad de determinar esta relacion de un modo absoluto. Por lo demás es fácil de comprehender que si basta una proporcion tan leve de carbono unido al hierro para constituirle acero, la menor variacion en esta proporcion podrá tambien causar otra en las propiedades del acero; de manera que este podrá ser en extremo vario, como lo es efectivamente en las artes en que se gasta con una multitud de modificaciones que le hacen mas ó menos precioso y útil. El temple endureciéndole le modifica tambien de mil maneras, y le hace susceptible de una infinidad de usos realmente diferentes, como es fácil convencerse de ello recorriendo los diversos talleres en que se gasta, y las operaciones multiplicadas que se siguen para preparar los aceros que en ellos se trabajan. Si se comparan los diversos estados de color, grano, tenacidad, dureza, ductilidad y fragilidad que contrae el acero con los que toman la fundicion del hierro y el hierro forjado tratados diversamente, se conocerá todavía mejor que lo que se ha conocido hasta aquí la propiedad tan notable que distingue eminentemente á este metal de todos los demás; á saber, sus varios estados que equivalen á una serie de substancias metálicas,



mas diferentes todavía entre sí que algunas verdaderas especies de metales, que reconocen los hombres como realmente diferentes.

75 A pesar de la multiplicidad de variedades que estas necesidades y la delicadeza de muchas operaciones de las artes obligan á reconocer en el acero, se distinguen solamente tres especies principales que encierran á la verdad todas las variedades posibles, á saber:

*A. El acero de fundicion ó acero natural.*

Este se saca inmediatamente de la fundicion; es siempre desigual, expuesto á hendiduras y pelos, ménos duro y quebradizo que los otros dos; se suelda mejor á la forja, y es de precio mas ínfimo, porque exige ménos gastos de preparacion. Sirve para hacer instrumentos aratorios, muelles, cuchillería &c., y es el que mas se acerca al hierro.

*B. El acero de cementacion ó acero artificial.*

Este presenta un grano mas igual en su fractura; toma un pulimento mas bello que el anterior; es mas duro y quebradizo, y es preciso forjarle con mas atencion: como mas perfecto que él se emplea en todos aquellos casos que son indispensables las propiedades que acabo de exponer.

*C. El acero fundido.*

Este proviene de la fundicion de uno ú otro de los dos aceros anteriores. Jamas tiene las ampollas que se notan en los dos primeros, y así es capaz del mas bello pulimento; sirve para la fabricacion de navajas de afeytar, lancetas, hileras, castillejos ó laminadores y quinquillería. Con este acero se hacen las cadenas botones y otras cosas así, que despiden tanto brillo, y dan tanto precio á la manufactura. Esta especie de acero es la mas preciosa de las tres, y los ingleses han sido hasta aquí poseedores casi exclusivos de su preparacion.

76 Algunos de los hechos enunciados en los artículos precedentes han indicado que el fósforo es susceptible de combinarse con el hierro. Pelletier consiguió hacer esta combinacion por varios medios. Fundiendo partes iguales de birutas de hierro y ácido fosfórico vidrioso con un sexto de peso de polvos de carbon, sacó un fosforeto de hierro muy agrio, blanco en su fractura, de una textura estriada y granugienta, atraible al imán, y cristalizado en algunos puntos en prismas romboydales: esta es la siderita que Bergman tuvo por un metal particular. Se fundió este fosforeto en la mufla, y dexó sobre la copela un óxide de hierro, parte del qual habia penetrado en el vaso, y contenia 0,20 de fósforo. El mismo compuesto logró calentando sin carbon partes iguales de limaduras de hierro y vidrio de ácido fosfórico; en este caso el hierro descompone una parte del ácido fosfórico, y le convierte en fósforo, el qual se une á la porcion de hierro no oxidado, de que resulta un fosfate de hierro en vidrio negro. Se forma igualmente, segun él, un fosforeto de hierro echando sobre limaduras rusientes pedazos pequenitos de fósforo: inmediatamente entra el hierro en fusion, absorve el fósforo, y se combina con él. Un poco de hierro se oxida tambien por el agua que humedece al fósforo, de que es imposible privarle enteramente; y este óxide unido á un poco de ácido fosfórico forma un vidrio negro que cubre al metal fosforado, y que como fundente muy activo ataca al crisol, le penetra, y se filtra por sus paredes. Mas abaxo se verá que podemos hacernos con fosforeto de hierro fácilmente y á poca costa, descomponiendo el fosfaté de hierro por el carbon. Por esta razon las minas de hierro cenagoso, que contienen freqüentemente fosfaté de hierro nativo entre el óxide abundantísimo de este metal que constituye su base, dan despues de la afinacion un hierro quebradizo en frio, que debe esta mala qualidad, tan perjudicial para las artes, á un fosforeto de hierro que se halla unido con él, y Bergman no conoció quando le tuvo por un metal particular llamado *siderita*, y el qual en la disolucion de este hierro quebradizo por el ácido

sulfúrico da espontáneamente, al extenderle en agua, un precipitado blanco de fosfate de hierro.

77 La combinacion del hierro con el azufre se hace de muchos modos diferentes. En frio y en seco no se unen estos dos cuerpos íntimamente, aunque no queden absolutamente sin accion uno sobre otro; pero quando se les añade agua se executa esta union con facilidad. Se háce una pasta con partes iguales de azufre en polvo y limaduras finas de hierro, que se mezclan bien por la trituracion y con suficiente cantidad de agua: expuesta al ayre esta pasta se calienta inmediatamente, se hincha, se llena de grietas, y despide vapores que toman el olor de gas hidrógeno sulfurado, y se inflaman á veces espontáneamente. Aunque el ayre contribuye á esta accion, pues Mr. Priestley halló que estaba alterado por esta mezcla, y perdía una porcion de su oxígeno, el agua se descompone verdaderamente; ella es quien da la mayor cantidad de este principio al hierro; este se oxída; el azufre se quema al mismo tiempo, y se convierte en ácido sulfúrico; el hidrógeno se desprende en gas llevándose una pequeña porcion de azufre. Si el mixto no se calienta lo bastante para inflamarse para en el estado de sulfureto de hierro, ó la mayor parte en óxide de hierro hidrosulfurado, del qual los ácidos pueden desprender con efervescencia una gran cantidad de gas hidrógeno sulfurado, y aun este es el medio que varios químicos modernos han propuesto para sacar este gas con abundancia. Si se eleva mucho mas la temperatura en esta mezcla, si se desprende mucho gas hidrógeno sulfurado, y principalmente si hay inflamacion, el residuo es roxo, y semejante al sulfato de hierro calcinado. Haciendo con él una lexía se saca un poco de sulfato sobreoxigenado de hierro, de que se tratará mas abaxo. Se ve pues que la simple mezcla de azufre y hierro humedecido arde espontáneamente, y tira á sulfatizarse como el sulfureto de hierro natural que, segun he dicho mas arriba, padece igual alteracion, ó lo que en otro tiempo se llamaba *eflorescencia* ó *vitriolizacion de las piritas*. El calor, la hinchazon, los vapores inflamables, y aun la inflamacion que

se excita en esta mezcla, hiciéron creer á Lemery el padre que esta era la causa del incendio de los volcanes, y aun dixo haber imitado uno sepultando un vaso lleno de azufre y limaduras de hierro humedecido, y cubriéndole con tierra. El suelo, dice, se levantaba, se resquebraba, exhalaba vapores, las rendijas se cubrian de un polvo amarillo ó roxizo de azufre sublimado, y aun algunas veces la accion recíproca de las materias llegaba hasta la inflamacion del mixto. Esta experiencia ha llevado largo tiempo el nombre de *volcan artificial de Lemery*; pero Bucquet que la ha repetido con cuidado, no ha obtenido iguales resultados, aunque esto no se opone, para mirarla como muy conforme á todos los fenómenos conocidos.

78 De otros varios modos se une el hierro con el azufre. Quando se calientan estos dos cuerpos bien mezclados y reducidos á polvo por partes iguales en un crisol, se funden facilísimamente en comparacion de la infusibilidad del hierro, se saca un sulfureto de hierro en granos ó estrías de color gris obscuro, muy duro, frágil, que da chispas al eslabon, que se altera muy lentamente al contacto del ayre y del agua en su estado de agregacion, pero que se calienta, arde, y reduce á sulfato de hierro por este mismo contacto quando se hace de antemano polvos. Se logra un compuesto poco mas ó ménos semejante si se pasa un pedazo de azufre por una varilla de hierro candente. La parte de esta varilla que toca al azufre se funde inmediatamente, se combina con este combustible, y recibida en forma de gotitas cárdenas en el agua se cuajan estas en lágrimas duras, grises en su fractura, y que son un verdadero sulfureto de hierro análogo al anterior. Es evidente por esta razon que, quando se sellan ó aseguran las piedras, como se ha propuesto, aplicando á las barras ó grapas de hierro azufre encendido, se forma un sulfureto quebradizo, que es lo mismo que decir que á estas barras no se las puede ya cargar un peso considerable sin que se salten ó rompan por aquella parte. El sulfureto de hierro preparado de esta suerte no se parece exáctamente al natural, pues no tiene aquel brillo y color dorado suyo. Es verosí-

mil que esto se deba á la alúmina ú otras materias que estan combinadas con el azufre y el hierro en las *piritas*, ó al modo mismo de su composicion, que parece haber formado la naturaleza por medio del agua, al paso que el arte lo executa por el fuego. La cristalización del sulfureto de hierro artificial tampoco es semejante á la del natural. Los óxides de hierro se alean con mucha dificultad con el azufre; pero si se expone á un fuego fuerte un óxide de este metal pierde una porcion de su oxígeno, se une con el azufre, y forma un compuesto sulfurado de color mas obscuro que el sulfureto de hierro, y que siempre está cubierto de un polvillo negro.

79 Los sulfuretos alcalinos disuelven muy poco el hierro, y mejor los óxides de este metal, á quienes hacen pasar al estado de óxides negros, y les dan luego un color verde muy intenso: parece que este color de la disolucion de los sulfuretos alcalinos ferruginosos se debe en gran parte á la union del hidrógeno sulfurado con el hierro; porque los ácidos que desprenden ó descomponen este combustible mixto tan fugaz y tan alterable, le hacen desaparecer prontamente, y blanquean estas disoluciones por corta cantidad en que se añadan. El gas hidrógeno sulfurado no se une con el hierro, pero obra muy pronto sobre sus óxides. En el momento en que se echa óxide de hierro roxo en un agua que tenga disuelto este gas muda de color este óxide, pasa al negro mas ó ménos obscuro, y el agua pierde su olor fétido si se ha puesto en ella una suficiente cantidad de este metal quemado. Recogido y seco este polvo negro, da una llama azul, y exhala un olor de ácido sulfuroso quando se echa sobre las ascuas: tratado con el ácido muriático hace efervescencia, y da gas hidrógeno sulfurado: por tanto se ve que es un óxide de hierro hidrosulfurado, que se forma por la union del óxide de hierro reducido en parte con el hidrógeno sulfurado disuelto en el agua, cuyo olor se disipa en el momento mismo de esta union.

80 El hierro se alea con muchas substancias metálicas, y forma con ellas compuestos muy útiles. Se combi-

na con el arsénico por la fusion, reduce asimismo el ácido arsenioso con que se calienta: y resulta de las experiencias de Walerio, de Gellert y de Weigen sobre esta especie de aleacion, que es quebradiza, de color blanco, semejante al hierro arseniado nativo, ó *mispickel*, mucho mas fusible que el hierro, y sirve para hacer broches, cadenas, botones y buxerías á causa del brillo y bello pulimento que recibe. Bergman mira esta aleacion como causa de la fragilidad del hierro quebradizo en caliente.

81 Nada ó casi nada se ha dicho todavía de la union del hierro con el tungsteno, el molibdeno, el cromo, el titanio y el uranio. Su aleacion con el cobalto ha sido indicada por varios químicos: describiéndola Walerio dice que se pueden alear estos dos metales sin pérdida alguna, añadiéndoles fluxo negro y polvos de carbon. Esta aleacion, segun él, es atraible al iman, aun quando contiene solamente una parte de hierro sobre tres de cobalto; pero ya he dicho mas arriba que una porcion todavía mas pequeña de hierro podria hacer atraible á dicho metal, y que aun en su estado de pureza parecia gozar decididamente de esta propiedad.\* La aleacion de hierro y cobalto es de un grano muy fino y duro, tanto que con dificultad se rompe, y algunos químicos la compararon al acero.

82 Segun Cronstedt el hierro se une muy bien al níquel, y tiene con él una atraccion tan fuerte que le ha dado el primer lugar. Advierte tambien que el azufre favorece mucho esta union. Por otra parte hemos visto que esta combinacion pareció tan íntima y tan difícil de destruir al célebre Bergman, que perdió las esperanzas de llegar á privar completamente al níquel de hierro, y aun se inclinó á creer que estos dos metales se parecian extraordinariamente, y serian acaso, al modo del manganeso y el platino, unas modificaciones particulares de la misma substancia natural; pero las reglas mismas que este célebre químico estableció sobre el modo de discurrir en materias de filosofía natural, no permiten adoptar esta opi-

\* En el día ya no se duda que el hierro, níquel y cobalto son atraíbles al iman.

nion, pues el mayor número de propiedades que caracterizan á estas materias metálicas son mas diferentes entre sí que las otras en que se asemejan; y que por otra parte jamas se han podido transmutar unas en otras, ó hacerse perfectamente semejantes, condicion absolutamente necesaria para admitir una identidad real entre dos ó mas materias, segun el mismo profesor sueco asentó en sus preciosas obras.

83 Aun no se ha examinado con bastante atencion la aleacion del hierro con el manganeso para conocer bien sus propiedades: únicamente se sabe que estos dos metales se hallan muchas veces combinados entre sí; que esta union hace al hierro quebradizo; que el manganeso acompaña frecuentemente las minas de hierro; que igualmente se halla en la fundicion de hierro forjado que de ella resulta; que es dificultosísimo separar las últimas porciones de hierro del manganeso; que este es siempre atraible al iman; y que estos dos metales tienen tanta analogía entre sí, que nós veriamos inclinados á mirarle con Bergman como simples modificaciones de una misma substancia, si no presentasen por otra parte diferencias bastante notables quando se comparan exáctamente. Se ignora aun qué influencia comunica el manganeso al hierro en la combinacion tan frecuente que forma con este metal, ora en el estado de fundicion, ora en el de hierro forjado, y ora en el de acero.

84 Henckel es el primero que ha notado que el hierro se combinaba con el bismut, y formaba una aleacion quebradiza y atraible al iman, aunque la proporcion del bismut llegase hasta los tres cuartos. Muschembroeck halló por sus ensayos que partes iguales de bismut y hierro se unian muy mal, resultando de ello un metal muy frágil, y desigualmente combinado, pues se encontraban en una misma masa partes duras y partes blandas. En dos casos pudo solamente examinar la tenacidad de esta aleacion: la del primero, en que habia veinte partes de hierro sobre una de bismut, se quebró con un peso de ciento cincuenta y una libras; y la otra compuesta de quatro par-

tes de hierro y tres de bismut le presentó un metal hueco en su interior, que se rompió con un peso de treinta y cinco libras. Gellert ha observado que el hierro aleado con el bismut es específicamente mas leve que lo que indica el término medio de la relacion de la pesantez específica de cada uno de estos metales en esta proporcion. Algunos químicos modernos se han engañado quando infirieron de las pretendidas analogías del bismut con el plomo que aquel no era susceptible de unirse con el hierro. Es necesario preferir siempre los hechos y las experiencias á los simples raciocinios.

8; El hierro se une fácilmente con el antimonio por la fusion. Esta aleacion á partes iguales no es dúctil ni atraible al iman; es dura, de facetas pequeñas; y se extiende muy poco al martillo sin romperse; segun Walerio se parece á la fundicion de hierro. Juncker notó que el hierro fundido con la mitad de su peso de una aleacion de antimonio y estaño daba un metal durísimo, muy frágil, y que ardia como leña por medio del nitro. Antiguamente se llamaba *régulo marcial* la aleacion del hierro y antimonio; pero se preparaba con el sulfureto de antimonio. El hierro tiene mas atraccion con el azufre que el antimonio; y así quando se le calienta con el sulfureto le descompone, y se apodera de su azufre. Los autores de Química insistieron mucho sobre esta operacion, y diéron muchas recetas de ella, que se diferenciaban en las dosis y modo de hacerse; tambien la hicieron base de muchas preparaciones farmacéuticas, olvidadas y abandonadas enteramente en el dia. He aquí el método generalmente adoptado sobre esta descomposicion: se enrojecen en un crisol cinco partes de puntas de clavos de herraduras, ó pequeños fragmentos de hierro dulce, y se echan despues sobre ellas diez y seis de sulfureto de antimonio medio molido; se le da luego un buen golpe de fuego, y se funden inmediatamente muy pronto. Luego que está bien fundida la mezcla se echa en el crisol una parte de nitro en polvos, que quema una porcion del sulfureto de hierro, y facilita por medio de su álcali fundente la separacion de las escorias



del antimonio. Enfriado el mixto, se presenta este último metal reunido y puro en el fondo del crisol. Si en vez de cinco partes de hierro contra diez y seis de sulfureto de antimonio se pone la mitad de hierro, el antimonio que se saca está aleado con hierro, y es el antiguo *régulo martial*. En esta operacion se une el hierro al azufre, y forma un leve sulfureto que nada á manera de escorias sobre el antimonio fundido y precipitado al fondo del crisol. Quando se aumenta la proporcion del nitro las escorias son amarillentas, y por eso Stahl las llamó *escorias sucinadas*. Pulverizándolas, poniéndolas á hervir en agua, y haciendo detonar tres veces de seguida con el nitro el polvo indisoluble que se lexibaba otra vez, se preparaba el *azafran de Marte antimoniado aperitivo de Stahl*.

86 Entre el hierro y el mercurio no hay combinacion alguna. Los químicos que concibiéron grandes esperanzas sobre esta asociacion tocante á las propiedades medicinales, á que por largo tiempo dirigieron sus miras, en vano la intentáron; sus esfuerzos fuéron siempre infructuosos; y para executar las pretendidas combinaciones entre estos dos cuerpos se viéron obligados á emplear métodos complicados, y como ellos decian intermedios, que les diéron resultados distintos de los que buscaban. Así Walerio, despues del mal éxito de los alquimistas, pretendia formar una especie de amálgama de hierro por medio del sulfato de cobre, cuyo óxide reducido por el hierro al estado metálico le dió solo una amálgama de cobre adherente solo por algun tiempo á la superficie del hierro sobre que se depuso. Si en algunos ensayos de Borrichio y de Juncker se puso el hierro herrumbroso y quebradizo en el mercurio, se ha de atribuir esta alteracion al agua que humedece frecuentemente este metal ó á algun otro cuerpo extraño. Los físicos y los químicos estan viendo todos los dias que los instrumentos, los tubos, las llaves de hierro y acero, que entran y bañan continuamente en mercurio para hacer sus experiencias, no pierden sus propiedades ni su brillo por el contacto de este metal fluido. Mil hechos nos prueban tambien que el hierro obra mucho sobre los óxides de

mercurio quitándoles el oxígeno, y reduciéndoles al estado metálico, y poco ó nada sobre este metal vivo ó puro. Por eso se ennegrecen las limaduras de hierro quando se las tritura con el óxide roxo de mercurio, y se queman, y aun se inflaman quando se las calienta con este óxide; y por eso en fin el hierro descompone y reduce el óxide roxo y sulfurado de mercurio, el muriate sobreoxigenado de mercurio y todas las demas combinaciones oxidadas de este metal.

87. Con dificultad se une el hierro con el zinc; y aun la mayor parte de los químicos dudaron de la posibilidad de esta aleacion, y se apresuraron á asignar por causa de esto la fusion fácil y la volatilidad del uno comparadas con la extrema infusibilidad y fixidad del otro. No obstante Walerio, que es el que mas ha insistido sobre esta diversidad de propiedades, como razon de la indiferencia que estos dos metales manifiestan entre sí, observó que, despues de haberles calentado fuertemente juntos, retenia el hierro un poco de zinc, al qual descubrió por las disoluciones y precipitaciones. Esto ya es anunciar, segun se ve, una verdadera combinacion entre estos cuerpos, aunque en muy pequeña proporcion por lo que toca al zinc. Malouin en sus investigaciones sobre este último metal observó que el zinc se aplicaba por la fusion lo mismo que el estaño á la superficie del hierro, y le preservaba de la herrumbre, lo que anuncia tambien una combinacion entre estas dos substancias metálicas.

88. En los ensayos de todos los químicos se ha combinado siempre el hierro difficilmente con el estaño. Sin embargo desde tiempo inmemorial se hace baxo el nombre de *hoja de lata* una composicion de hierro estañado, que indica una atraccion bastante fuerte entre estos dos metales. Para preparar la hoja de lata se limpia perfectamente con arena fina ú otra cosa la chapá de hierro, y así queda sin impureza y herrumbre alguna en su superficie: se mete por veinte y quatro horas en agua acedada con salvado ó harina, ó acidulada con un poco de ácido sulfúrico, la qual se revuelve de quando en quando, se la frota den-

tro de éste líquido, despues se enxuga con unos trapos, y se sumerge diferentes veces en estaño fundido: este metal adhiere á la superficie de la hoja de hierro, y la cubre por todas partes; luego se saca y dexa suspendida para que gotee la porcion superabundante de estaño, y en fin se la frota con serrin para limpiarla, y queda hecha la hoja de lata. Quando se quieren estañar utensilios mas gruesos que la chapa se sustituye la accion de la lima y el murrate de amoniaco al salvado y al ácido. La mayor parte de los químicos miran la composicion de la hoja de lata como un simple estañado, ó un simple barniz de estaño aplicado al hierro. No obstante, habiendo notado otros que el espesor de la chapa es mas blanco en su interior que lo que es el hierro regularmente, y que tambien es mas blanda y maleable que este último metal puro, han inferido de aquí que habia penetracion íntima y una aleacion formal.

89 Muschembroeck y Walerio no obstante que anunciaron la dificultad de aleár estos dos metales, lograron una verdadera aleacion, cuyo carácter describiéron. Muschembroeck dixo que este metal aleado era durísimo, difícil de limar, de color de hierro, muy quebradizo, y que no habia podido calcular su consistencia ó tenacidad. Walerio la describió como una aleacion gris, algo dúctil, y atraible al iman, quando se componia de dos partes de estaño y una de hierro; pero todos generalmente convenian en que el hierro hacia al estaño mas duro, difícil de fundir, y sonoro; por cuyas propiedades algunos propusieron añadir hierro al estaño para formar con él un estañado mas sólido y adherente al cobre.

90 Bergman hizo una multitud de experiencias, y obtuvo resultados muy interesantes sobre la aleacion de hierro y estaño. Trataba de indagar entónces las diferencias ó analogías que podia haber entre esta aleacion y la materia que habia extraido del hierro quebradizo en frio, la qual creyó ser un metal particular llamado por él siderita, y que luego se reconoció por fosforeto de hierro. Cubriendo estaño con limaduras de hierro en un crisol, el qual se llena ademas de carbon, y se cierra exáctamente,

y calentando este aparato en la forja por espacio de media hora, obtuvo constantemente dos aleaciones metálicas distintas, y correspondientes al peso de los dos metales empleados. Estos dos botones venian á ser dos aleaciones separadas, una de hierro unido á un poco de estaño, y otra de estaño que retenia un poco de hierro. Los extremos de estas dos combinaciones metálicas, ó los puntos de su saturacion recíproca, eran estaño que contenia  $\frac{1}{22}$  de su peso de hierro, y hierro saturado con la mitad de su peso de estaño; á lo ménos estas son las dos aleaciones cuyas propiedades describió con tanto cuidado. El estaño con  $\frac{1}{22}$  de hierro era muy maleable, se dexaba cortar con el cuchillo, estaba algo empañado, era mas duro, daba con los fosfates fusibles un vidrio pardo ménos fusible y ménos aleable con el plomo y el estaño, y se ennegrecia y dexaba un polvo indisoluble con el ácido nítrico. El estaño que tenia solo dos centésimos y medio de hierro era tambien atraible al iman, y se ennegrecia en su oxidacion. El hierro saturado con la mitad de su peso de estaño ofrece propiedades modificadas por este último metal: esta aleacion es algo maleable, no se dexa cortar con el cuchillo, se une difícilmente con el mercurio, se funde con trabajo junto con los fosfates, y da constantemente en esta fusion chispas brillantes y estrelladas, que jamas dan hierro ni estaño separados. Aumentando la proporcion del hierro se disminuyen estas propiedades, y se acercan á las de este metal. Sin embargo, quando por la adiccion del hierro llega á haber en la aleacion 0,11 de estaño, esta se halla aun muy caracterizada por las chispas estrelladas brillantes, lanzadas del medio del fosfate, con que se le funde al soplete; tambien tiene la propiedad de precipitar y colorear de pardo la disolucion de oro. Bergman inferia de estas experiencias que las diversas aleaciones de hierro y estaño, que habia obtenido, se diferenciaban de la siderita; y que si no habia aun hallado lo que era este cuerpo, á lo ménos habia encontrado lo que no era; género de descubrimien-

to que, siendo tan precioso y difícil de hacer como el de la naturaleza exácta de un compuesto, aparta á lo ménos del camino del error, y acerca insensiblemente al de la verdad.

91 El hierro no puede combinarse con el plomo por la fusion. Todos los químicos han observado que, quando se fundían los dos metales, el hierro nadaba sobre el plomo, y permanecía constantemente sin unirse con él; y aun Juncker procuró explicar este fenómeno por el espesor y consistencia de las moléculas del plomo y la ligereza de las del hierro. No obstante Muschembroeck describió las propiedades de una aleacion de una parte de hierro y tres y un quarto de plomo, y dixo que un paralelepípedo de esta aleacion de un décimo de pulgada de grueso necesitó ciento veinte y cinco libras para romperse. Añade que una aleacion de diez partes de hierro y una de plomo tiene una pesantez específica igual á 4,250; pero en esta parte cabe que haya algun error en las experiencias del químico holandés. Gellert, que es el que mas ha estudiado entre los químicos sistematicos las combinaciones recíprocas de los metales, observa que no pudiendo el hierro unirse al plomo, puede servir en razon de esta propiedad para separar el plomo de casi todos los demas metales, con tal que el metal que se quiere separar del plomo tenga ménos atraccion con él que con el hierro. Macquer notaba por el mismo estilo que el plomo podia servir de intermedio para separar el hierro de los demas metales, con quénos el plomo puede unirse de preferencia: en la historia de la plata se verá un exemplo bien patente de la purificacion del hierro por su fusion con el plomo.

*G. Accion sobre el agua y los óxides.*

92 He advertido mas arriba que el óxide roxo de hierro se descomponia en parte por el gas hidrógeno; pero que el óxide negro jamas era alterado por este cuerpo combustible. He insistido sobre la diferente atraccion que hay entre el oxígeno y el óxide negro de hierro, y dixe por cierto que la primera porcion de oxígeno, que se une

al hierro, adhiera á él mucho mas que la postrera: En esta diferencia de atraccion consiste pues el modo de obrar este de metal sobre el agua. Una multitud de observaciones nos prueban quan alterable es por este liquido, y con qué facilidad se toma y quema por su contacto. Los descubrimientos de los ciudadanos Monge y Lavoisier sobre la naturaleza del agua, de que tantas veces he hablado; han hecho conocer á qué se debe esta accion del agua; y la alteracion que hace padecer al hierro llegó á ser en manos del último de estos célebres químicos un medio ingenioso de deducir la naturaleza compuesta del agua, y probar la presencia del oxígeno en ella: por tanto anuncie que la historia de este metal tan interesante á todas luces estaba enlazada con las épocas mas importantes de las revoluciones de las ciencias, y habia contribuido mucho por sus bellas propiedades al establecimiento de la doctrina neumática. A esta generalidad de la accion del hierro sobre el agua es necesario añadir aquí la exposicion de los fenómenos que presenta, segun las diferentes circunstancias que la acompañan, y los diversos modos por qué se practican.

93. Poniendo limaduras de hierro con agua baxo una campana llena de mercurio, y exponiendo el aparato á una temperatura que pase de los quince grados, no tardá en llenarse de burbujitas que al principio se ven como pegadas á las moléculas del hierro: poco á poco estas se van haciendo mayores y mas numerosas, se juntan sobre el agua y el hierro, y hacen baxar el mercurio por el volumen que ocupan. Esta accion dura largo tiempo, y el hierro se halla por último convertido en un polvo muy negro y de mucho mas volumen que ántes: el agua, si es que no se puso en demasiada cantidad, se halla bien disminuida, y el gas recogido es gas hidrógeno. Lavoisier, á quien se debe esta bella experiencia, halló que el hierro habia aumentado de peso, y que, añadiendo este aumento al peso del gas hidrógeno sacado, se tenia justamente el del agua que faltaba. El hierro así quemado por el agua jamas se vuelve amarillo ó roxizo, con tal que se le prive

del contacto del ayre; pero al punto que este se verifica, hallándose humedecido el hierro, pasa al amarillo de herrumbre, absorbiendo poco á poco una cantidad mayor de oxígeno, y principalmente de ácido carbónico.

94 Lemery hizo por un método análogo á este una preparacion de hierro que creia ser solo una simple division ó atenuacion de este metal, y llamaba *ethiops martial* á causa de su color negro: ponía limaduras de hierro en el fondo de una campana llena de agua; revolvía de quando en quando este metal evitando siempre el contacto del ayre, y quitando con cuidado aquellas limaduras que sobrenadaban y tomaban prontamente el carácter de herrumbre ó de ocre. A vuelta de algunas semanas ó meses convertía así todas las limaduras en *ethiops*. Persuadidos los químicos, como estuvieron largo tiempo, que esto era solo una verdadera division del hierro, procuráron á porfía hallar los medios de hacerla mas fácil y activa, y disminuir la lentitud de la operacion por qué se preparaba. Rouelle aconsejaba valerse de los molinillos del Conde de la Garaye para favorecer y multiplicar el contacto del agua y el hierro; otros añadiendo al agua un poco de ácido nítrico, sulfúrico ó vinagre, habian notado que se formaba prontamente una gran cantidad de este polvo, que no es otra cosa que el óxide negro de hierro: unos le sacaban reduciendo el óxide de hierro roxo por medio del aceyte en un crisol, y otros destilando su herrumbre en una retorta abierta. Algunos, manteniéndose siempre en la acción del agua, y creyendo que preparado por otro medio no debía tener el *ethiops* las qualidades requeridas, volviéron al uso de este líquido; y se vió que haciendo una especie de pasta de limaduras de hierro con agua, y dexándola algunos dias expuesta al ayre, se calentaba por sí misma, se esponjaba, se hendía, se oxidaba de color amarillo, y resultaba despues por la simple calcinacion en un crisol un excelente y abundante *ethiops*. En esta última operacion se viene á hacer absolutamente lo mismo que quando se calienta el carbonato de hierro del herrumbre; y siempre se oxida el hierro por el agua

que le cede solamente la porcion de oxígeno necesaria para su oxidacion de color negro. En la operacion misma de Lemery se desprendia tambien gas hidrógeno, que salia poco á poco en forma de ampollitas, y esparcia su olor acostumbrado, que le hacia reconocer bien pronto en el parage de la operacion. Tenemos pues una prueba muy convincente de que la preparacion de Lemery ó qualquiera otra análoga á ella no es mas que una oxidacion del hierro obrada con el oxígeno del agua, no tan solamente en la reduccion del óxide roxo, que repasa al estado de negro por medio del gas hidrógeno, sino tambien en la interesante experiencia del ciudadano Vauquelin que, calentando en una retorta ó un crisol partes iguales de óxide roxo de hierro y limaduras de este metal, reduxo toda la mezcla á óxide negro, haciendo así al hierro partir toda la porcion de oxígeno contenida en el óxide roxo sobre su oxidacion de color negro. El ciudadano Monnet pretendió que siempre que se dexa agua en contacto con hierro, disolvia un poco de él en su estado de pureza, y contraia un gusto ferruginoso muy perceptible.

95 La descomposicion del agua por el hierro se verifica mas rápidamente quando se eleva la temperatura de estos dos cuerpos, y sobre todo quando se pone su vapor en contacto con el hierro rusiente. Y de este modo confirmó Lavoisier el bello descubrimiento de la naturaleza del agua. Ya he descrito esta operacion en otra parte: únicamente debo recordar aquí que en el momento en que el vapor del agua toca al interior de un cañon de hierro candente, se desprende una gran cantidad de gas hidrógeno, desaparece el agua, se quema el hierro, se oxida de color negro, se ablanda, y se levanta igualmente en toda su superficie, de modo que su cavidad interior, sin dexar de ser cilíndrica, se angosta algún tanto. Quando esta superficie de hierro se ha oxidado de tal manera que el agua atraviesa el cañon sin padecer alteracion alguna, si se dexa enfriar enteramente el aparato, y se pesa con exáctitud, se halla en la suma del peso del gas hidrógeno y del aumento del cañon la cantidad total del agua que ha desaparecido.



El interior del tubo de hierro presenta una capa dilatada negra, brillante, laminosa y quebradiza, que reducida á polvo es un verdadero óxido negro de hierro. Igual resultado se saca haciendo pasar el vapor del agua por un tubo de porcelana, en que se hayan introducido algunas planchuelas de hierro; y este es el método que en el día se sigue en Francia para sacar el gas hidrógeno necesario para llenar las máquinas aerostáticas. Esta bella experiencia explica una multitud de fenómenos que eran ininteligibles ántes del descubrimiento de la descomposición del agua. Despues de ella se sabe por qué el hierro candente sumergido en el agua produce una efervescencia y un hervor acompañado de un silbido tanto mas considerable quanto mas caliente estaba el hierro; porque, quando este está fundido, causa explosiones peligrosas al contacto del agua, segun se ha observado en las fundiciones donde se tiene un gran cuidado de secar en extremo los moldes; porque un gran número de ácidos, quando disuelven al hierro, desprenden una porcion mayor ó menor de gas hidrógeno favoreciendo la descomposición del agua; y porque, quando se calientan limaduras de hierro humedecidas en vasos cerrados, se saca gas hidrógeno, y se ennegrecen las limaduras. Es preciso observar que la fundicion no tiene la misma accion sobre el agua que el hierro, porque contiene ya una cierta porcion de oxígeno que disminuye mucho su atraccion con este principio: por esta razon se gasta con mucha ventaja el hierro colado ó de fundicion en las obras baxo del agua, y los cilindros de fundicion que contienen incesantemente el vapor del agua en las bombas de fuego tampoco se alteran, quando si se sacrificase el hierro á estos usos seria bien pronto oxídado y destruido. El acero rusiente descompone por el contrario con mucha rapidez al agua, y solo difiere del hierro en los productos de esta descomposición, en que da un poco de gas ácido carbónico mezclado con el gas hidrógeno á causa del carbono que contiene.

96 La gran atraccion que todos los hechos citados hasta aquí muestran en el hierro para con el oxígeno, de-

be probar que este metal tiene la propiedad de descomponer la mayor parte de los óxides metálicos; y así calentando limaduras de hierro con el mayor número de los otros metales oxidados, estos ceden al primero su oxígeno que le quema, pasando ellos mismos al estado metálico. Quanto ménos atraccion tienen los metales con el principio de la combustion, tanto mas se le dexan quitar por el hierro que le absorbe con la mayor fuerza y prontitud. Esta absorcion puede llegar hasta inflamarse el mismo hierro. El zinc y el manganés son los únicos que en vez de ceder el oxígeno son capaces de descomponer sus óxides, y volverle al estado metálico, ó á uno muy próximo á la metaleidad. Mas adelante se verá que el hierro en virtud de esta propiedad sirve para precipitar algunos metales de sus disoluciones, y lograrles en su estado natural. En estos casos empieza el hierro por dirigirse sobre su oxígeno, y á medida que desoxígenados se separan de los ácidos con su aspecto metálico, el óxide de hierro formado entra á ocupar su lugar.

#### H. *Accion sobre los ácidos.*

97 No hay metal que sea mas oxidable ni mas susceptible de unirse con los ácidos que el hierro, ni hay tampoco uno cuya propiedad de unirse á los ácidos, y quedar con ellos en disolucion permanente sea mas limitada. La accion de los ácidos sobre el hierro ó del hierro sobre los ácidos es uno de los ramos de la Química, que presentando mas hechos y notables fenómenos á los observadores ha recibido mas acrecentamiento, y ha sido ilustrado mas luminosamente por la doctrina neumática francesa. Antes de su establecimiento todo era vago y arbitrario en esta parte, y las experiencias venian á ser otros tantos misterios, digámoslo así, ó problemas indeterminados. A esta grande obscuridad se siguió la luz mas clara; y de las bases de la teoría moderna deriváron, como de una fuente pura y abundante, las aplicaciones mas felices y brillantes, y el encadenamiento mas metódico de todos los fenómenos;

mas tambien esta teoría ha recibido recíprocamente disminuciones considerables.

98 El ácido sulfúrico concentrado casi no tiene accion en frio sobre el hierro. Quando se calienta sobre este metal padece una descomposicion proporcionada á la temperatura á que se eleva y á su duracion. Primeramente se desprende gas ácido sulfuroso, y si prosigue la accion del fuego hasta reducir la mezcla á sequedad por la destilacion, se saca azufre sublimado, y queda en la retorta una masa blanca ó roxiza, segun el calor que se la ha dado; pero que jamas se disuelve en el agua enteramente, porque es un sulfato de hierro descompuesto. Si en vez de ácido sulfúrico concentrado se echa sobre las limaduras de hierro este ácido extendido en dos ó tres partes de agua, se manifiesta una pronta y viva efervescencia, y se desprende una gran cantidad de gas hidrógeno, que á veces es algo carbonoso si el hierro contiene carbono: el acero, por exemplo, no solamente da un gas hidrógeno de esta naturaleza, sino que tambien dexa separar y precipitar al fondo del ácido un polvo negro, que no es mas que carbureto de hierro, el qual fué reconocido primeramente por Bergman, y despues determinado con mayor exáctitud por los ciudadanos Bertollet y Vauquelin. Así quando se hace esta experiencia con ánimo de sacar gas hidrógeno, sobre todo para llenar las máquinas aerostáticas, se debe escoger hierro muy puro y dulce, y desechar el acero. El hierro colado, que es mucho ménos soluble en el ácido sulfúrico, da tambien ménos gas hidrógeno, porque, como ya está unido con una porcion de oxígeno, no tiene necesidad de descomponer tanta agua para llegar al punto de oxidacion necesario para disolverse en el ácido. No es difícil de comprehender que si se gasta para esto el sulfureto de hierro, el gas hidrógeno que se desprende será sulfurado. Tambien es casi superfluo hacer notar aquí que el gas hidrógeno obtenido en esta experiencia es producto de la descomposicion del agua, que se auxilia, y hace mas rápida por la atraccion disponente que el ácido sulfúrico exerce sobre el hierro tan susceptible por otra par-

te de oxidacion; y que á causa de esta especie de atraccion disponente el metal descompone al agua desde el primer instante de contacto, quando si él solo la tocase no le descompondria sino con mucha lentitud baxo su temperatura rusciente, segun hemos visto mas arriba. A esta produccion abundante de gas hidrógeno se debia una experiencia antigua que se solia hacer freqüentemente en los laboratorios de Química ántes de haber averiguado la existencia de este gas y hallado el arte de recogerle; experiencia cuya teoría se explicaba por la materia del fuego que se ponía en libertad, ó el flogístico que se creia desprender del hierro. Se escogia un matraz de vidrio fuerte, y se ponía en él el ácido sulfúrico debilitado y el hierro: en el momento de su accion recíproca y de la efervescencia se tapaba la boca del matraz con la mano, y despues de unos instantes de presion se quitaba la mano acercando á la boca una buxía ó un papel encendido: inmediatamente se excitaba una inflamacion y una detonacion estrepitosa á causa de la mezcla del gas hidrógeno con la porcion de ayre existente en el matraz, comprimidos uno y otro por la presion de la mano. La forma y estrechura del cuello del vaso, y el obstáculo que presentaba la opresion y dilatacion súbita de los gases por el efecto de su inflamacion, eran la causa de la fulminacion que hacia famosa esta experiencia: no dexaba de tener su riesgo, pues el aparato se rompía freqüentemente si se habia comprimido el gas por largo tiempo, y el vaso no era muy fuerte. Se podia repetir esta experiencia muchas veces seguidas, en virtud de la gran cantidad de gas hidrógeno que continúa desprendiéndose hasta que el ácido se satura del hierro que disuelve, y en virtud del ayre que, precipitándose en el matraz á causa del vacío producido por la primera inflamacion, entraba á formar la mezcla detonante.

99 A medida que se verifica esta accion fuerte y pronta entre el hierro y el agua que acompaña al ácido sulfúrico, el hierro se oxida y se une poco á poco con el ácido que le atrae en el mismo instante que se forma: casi siempre cesa su accion aun quando el ácido no está, ni con mucho,

saturado de óxide de hierro; pero la adicion de un poco de agua la hace empezar de nuevo, porque el agua que existia ántes de esta adicion está empleada en disolver el sulfate de hierro formado. La combinacion del óxide de hierro y el ácido sulfúrico debilitado da al líquido un color verde; empieza por ser muy débil, y acaba, sobre todo si está expuesto al ayre, por imitar el color brillante y bastante subido de la esmeralda. Este líquido está siempre agitado y caliente hasta que se verifica la saturacion del ácido sulfúrico por el óxide de hierro, del qual puede tomar mas de la mitad de su peso, y entónces da por el enfriamiento y reposo cristales de sulfate de hierro transparentes, de un verde hermoso, de figura romboydal, de un sabor muy acre y astringente. Esta sal se prepara en grande por un método diferente en un gran número de lugares que abundan de aguas cargadas de ella, ó en que hay sulfuretos de hierro, los quales, como hemos visto mas arriba, arden fácilmente al ayre, y se convierten, sobre todo con auxilio de la humedad, en sulfate de hierro. Se hacen pues en estos países grandes montones de sulfate de hierro, se les riega con agua; y aprovechándose del momento en que se eflorescen y cubren de la sal indicada, se hace una lexía con ellos, se dexa posar esta disolucion, se evapora y cristaliza. Algunos parages presentan tierras naturalmente impregnadas de sulfate de hierro, que proviene de la combustion espontánea de las piritas: estas tierras solo necesitan colarse para dar sulfate de hierro, tal es la tierra de Bechai cerca de Beauvais. En otros lugares se tuestan fuertemente las piritas, con lo que se quema el azufre, y se oxida su hierro, de manera que despues de esta accion del fuego no hay mas que hacer una lexía con ellas. En fin hay otros lugares en que se evaporan las aguas que tienen naturalmente en disolucion esta sal ferruginosa. Antiguamente se llamaba *vitriolo*, *vitriolo verde*, *vitriolo marcial*, *vitriolo romano*, *caparrosa verde*. Esta materia salina, que es tan útil en las artes, debe ser conocida y estudiada con atencion.

100 El sulfate de hierro bien puro, y de un verde perfectamente transparente, de un sabor muy estíptico y

fuerte, que se encuentra con frecuencia en la naturaleza, y se fabrica á menudo en los laboratorios de Química, cristaliza de un modo bastante vario, y tiene por forma primitiva un romboyde agudo, cuyo ángulo del vértice, segun el ciudadano Haüy, es de  $70^{\circ}$  y  $50'$ , y el ángulo lateral de  $100^{\circ} 10'$ . Las inclinaciones respectivas de sus caras son de  $98^{\circ} 37'$  por una parte, y  $81^{\circ} 23'$  por otra: enroxece casi siempre los colores azules. Calentado de pronto se liquida con el auxilio de su agua de cristalización, que llega hasta la mitad de su peso; pero bien pronto pierde esta agua, y se deseca en forma de polvo gris, con el qual Digby hizo en otro tiempo sus famosos y ridículos *polvos de simpatía*: calentado mas fuertemente despi- de gas ácido sulfuroso, y toma un color roxo: en este estado se le llamó *colcothar*: calcinado este sulfato hasta ponerse rusiente se descompone en gran parte, debe su color al hierro fuertemente oxídado y separado del ácido sulfúrico, al qual quita el oxígeno, y hace pasar al estado de ácido sulfuroso. Tambien contiene una porción de sulfato de hierro en otro estado que el de que proviene, y que yo llamo sulfato de hierro *sobreoxigenado* para distinguirlo del primero, cuyas propiedades no tiene: á su presencia se debe la acritud y deliquescencia del sulfato calcinado rusiente (36).

101 Si en vez de calcinar y descomponer el sulfato de hierro en un vaso abierto ó crisol, se hace la misma operacion en un aparato destilatorio y en una bueha retorta de barro, que pueda resistir al mayor fuego, se saca primeramente agua algun tanto ácida, que en otro tiempo se llamaba *rocío de vitriolo*. Luego que esta agua dexa de pasar se debe mudar de recipiente, y entónces se desprende ácido sulfúrico mas y mas concentrado, cargado de ácido sulfuroso, muchas veces negro y humeante á causa de la cantidad de este ácido sulfuroso que tiene en dissolution. Las últimas porciones de ácido, que solo se sacan en fuerza del fuego mas violento, y sostenido durante muchas horas, son concretas y blancas, por lo que en otro tiempo se las daba el nombre de *aceyte de vitriolo*

*glacial*. Un químico alemán, llamado Cristian Bernhardt, describió en 1755 las propiedades singulares de un ácido sulfúrico humeante de Northausen, pequeña ciudad de la baxa Saxonia, en que se preparaba mucho ácido por la destilacion del sulfato de hierro, segun se hace hoy día en muchos parages de Alemania. Entre otras cosas halló que este ácido humeante, destilado á un fuego manso, daba un ácido blanco, volátil, concreto, cristalizado, ó depuesto en costras á manera de unos hongos, que exhalaba mucho vapor acre al ayre, en el qual desaparecía, y que se unia con el agua haciendo cierto ruido &c.

102 Meyer citando estas experiencias en su ensaye sobre la cal viva atribuye las propiedades de esta sal á su principio hipotético, *acidum pingue ó causticum*. Yo he repetido las experiencias de Ch. Bernhardt, y he obtenido exáctamente los mismos resultados que describí por menor en las memorias de la Academia en 1785, haciendo ver que el ácido concreto y cristalizado, sacado por la destilacion, no era otra cosa que ácido sulfúrico sobrecargado de ácido sulfuroso; que perdía una gran parte de este último al ayre, y al unirse con el agua; que se le podía preparar sin tener necesidad de destilar el *aceyte de vitriolo humeante de Saxonia*, saturando el ácido sulfúrico sobrecargado de ácido sulfuroso. Luego que se ha descompuesto por el fuego enteramente el sulfato de hierro en su destilacion, única operacion con que se sacaba el antiguo *aceyte de vitriolo*, ántes que se preparase este ácido sulfúrico por la combustion del azufre, queda un residuo roxo semejante al que se saca de la calcinacion de esta sal en vasos descubiertos, y del qual se separaba por la locion baxo el nombre de *sal colcothar*, *sal fixa de vitriolo*, un poco de sulfato de hierro sobreoxígenado, de que hablaré bien pronto, y esta locion dexaba un óxide de hierro roxo, llamado con impropiedad en otro tiempo *tierra dulce de vitriolo*.

103 El sulfato de hierro expuesto al ayre padece un género de alteracion, cuya causa se ignoraba antiguamente hasta que Schéele la hizo conocer. De verde y transpa-

rente, que es esta sal pura, se vuelve amarilla, opaca y pulverulenta en su superficie. Su disolucion en el agua, que solo exige en frio dos veces el peso de este líquido, presenta el mismo fenómeno de un modo aun mas notable: el líquido que al principio es de un hermoso verde transparente se enturbia, amarillea, precipita un óxide de este color, y acaba por volverse roxo, espeso, é incristalizable quando queda por mucho tiempo expuesto al ayre, quando se calienta al descubierto, y en todos aquellos casos en que puede absorber oxígeno. Por esta razon quando se le añade ácido muriático oxigenado, amarillea y precipita inmediatamente. El sulfate verde de hierro ofrece igual alteracion quando se le disuelve en agua aerada; y Schéele indicó este método, para reconocer y apreciar la cantidad de ayre contenida en diferentes aguas, por la proporción de precipitado que da cada agua en el momento de la disolucion de esta sal. Así en todas circunstancias la descomposicion del sulfate de hierro se debe á la absorcion de oxígeno, ó á la oxidacion mas fuerte del metal: entónces abandona parte del ácido sulfúrico, y el que queda, hallándose mas oxidado, forma sulfate de hierro roxo ó sobreoxigenado, que en lo antiguo se llamaba *agua madre de vitriolo*, porque su disolucion queda siempre mas ó ménos abundante despues de la cristalicacion del sulfate verde de hierro. Mas abaxo exâminaré las propiedades características de este sulfate sobreoxigenado, despues de haber hecho conocer todas las del sulfate ordinario.

104 El ácido nítrico, auxiliado especialmente del calor, muda el sulfate de hierro en sulfate sobreoxigenado. Todas las materias terreas alcalinas y los álcalis precipitan el óxide de esta sal, y le descomponen. Los álcalis fijos puros y la cal separan un óxide de color verde obscuro, que casi parece negro, y el qual conserva quando se le deseca prontamente en vasos cerrados; al ayre libre, y quando este precipitado se expone á él húmedo, roxea y amarillea al momento continuando en oxidarse. El amoníaco separa del sulfate verde de hierro un óxide todavía



mas obscuro que el que precipitan los álcalis fixos, y que pasa todavía mas fácilmente al estado de óxide negro, quando se le deseca rápidamente en vasos cerrados. Los sulfuretos é hidrosulfuretos facilitan la disolucion del sulfato de hierro en un óxide sulfurado é hidrosulfurado negrozco.

105 La mayor parte de las sales tienen una accion mas ó ménos señalada sobre el sulfato de hierro, que las descompone al mismo tiempo. El principio de todas estas descomposiciones, que casi todas exigen la accion del fuego, depende de la separacion de este ácido del sulfato por el calórico, y de esta manera obra especialmente sobre los nitrates. Si se destilan partes iguales de nitrato de potasa y sulfato de hierro en una retorta de barro, se saca primeramente ácido nítrico débil, despues en estado de gas nitroso, y despues ácido sulfuroso en muy corta cantidad; pero si se toma el nitrato de potasa derretido, y el sulfato de hierro calcinado hasta el color amarillo, se saca muy poco producto ácido, el qual se forma de dos líquidos, uno de los quales de color roxo pardo casi negro nada á la superficie del óxide que es mas pesado y descolorido; pasa despues al cuello de la retorta una materia blanca, concreta, muy cáustica y deliquesciente, que se disuelve en el agua con rapidez y efervescencia, despidiendo vapores rojos considerables, y que se combina con la potasa y la sosa exhalando iguales vapores, y forma sulfates; en una palabra, ácido sulfúrico concretado por el vapor nitroso ó por el óxide nitroso que le satura. Los dos líquidos rojos son dos ácidos nitrosos diferentes, que se mezclan por la agitacion, y no forman mas que uno muy obscuro. Bucquet hizo algunas experiencias bastante singulares sobre este doble producto nitroso, poco conocido y examinado entónces por los químicos, y las comunicó á la Academia de Ciencias. El ácido que sobrenada ó mas ligero, mezclado con ácido sulfúrico, produjo una viva efervescencia, y aun tambien una explosion peligrosa, por haber sido reducido inmediatamente á vapor todo el ácido nitroso, y haber tomado el ácido sul-

fúrico una forma concreta y cristalina por la absorcion y condensacion del óxide nitroso, que le robó en la explosion: el que hacia la experiencia se salpicó de ácido la cara y manos, é inmediatamente se le levantáron unos granos rojos é inflamados que supuráron como viruelas. Los dos ácidos nítricos obtenidos en esta experiencia, no estan separados sino porque el segundo que sobrenada al otro como mas ligero y mas cargado de óxide nitroso, llega poco á poco, y se reune lentamente en su superficie sin mezclarse con él. Igual fenómeno se ve en el ácido sulfúrico débil, que se echa sobre el ácido sulfúrico concentrado, y en el ácido muriático formado al fondo del agua por la condensacion del gas que se hace atravesar para preparar este ácido por medio de tubos que entran hasta el fondo de este líquido: en esta última experiencia se ve una capa de agua saturada de ácido bien densa y distinta del agua no saturada que la cubre. La agitacion producida por el gas que continúa pasando y elevándose mas y mas en el líquido, á medida que este se satura de abaxo arriba, hace desaparecer por fin estas dos capas, como sucede en los dos ácidos nitrosos que se mezclan. El residuo de la destilacion del sulfate de hierro y del nitrato de potasa es una especie de escoria ferruginosa, de la qual solo se puede sacar muy poco sulfate de potasa quando se calienta fuertemente la mezcla, y se saca mucho mas quando no se le ha dado un fuego tan violento. Se descomponen los muriates, especialmente el de sosa, por medio del sulfate de hierro, á causa del desprendimiento de ácido sulfúrico que separa al ácido muriático de su base; y este es uno de los medios de tener ácido muriático gaseoso en abundancia. Tambien pasa ácido muriático oxigenado á causa de la accion de este ácido sobre el óxide de hierro, y he aquí por qué haciendo la operacion con el sulfate de hierro se saca ácido de color amarillo; por último se levanta un poco de muriate de hierro en vapor. Queda por residuo sulfate de sosa, el qual es difícil de extraer, porque el fuerte calor que se le ha dado en la operacion le ha combinado en una especie de frita con el óxide de hierro;

el muriate sobreoxigenado de potasa altera la naturaleza del sulfato de hierro, y le hace pasar al estado de sobreoxigenado ó roxo.

106 Los fosfates alcalinos se descomponen por el sulfato de hierro, á quien descomponen al mismo tiempo, y se hace un precipitado de fosfato de hierro quedando los sulfates alcalinos en disolucion. Los borates, y sobre todos el bórax ordinario, se descomponen por el sulfato de hierro: por la via húmeda se hace un precipitado de borate ferruginoso, y queda sulfato de sosa en disolucion en el líquido que sobrenada. Por la via seca, y haciendo esta experiencia en vasos sublimatorios, se saca ácido borácico sublimado y cristalizado con auxilio del agua contenida en la mezcla. En una operacion semejante descubrió Homborg esta especie de ácido, que creia producido por el vitriolo, y que llamó á causa de esto *sal volátil narcótica de vitriolo*. Los carbonates alcalinos líquidos descomponen el sulfato de hierro, y precipitan carbonate de hierro en forma de un polvo gris, que se diferencia muy poco del precipitado dado por los álcalis puros. Se ha de notar que todos los hechos descritos hasta aquí sobre los sulfates de hierro prueban que el óxide contenido en ellos se halla en estado de óxide negro, ó no está cargado de óxide sino en la dosis de 0,25 á 0,29.

107 En todo lo que precede sobre el sulfato de hierro he hecho ver que esta sal absorbe con mucha ansia el oxígeno, que se le roba al ayre, al agua aereada, al ácido nítrico, al ácido muriático oxigenado, y principalmente quando se agita su disolucion al ayre, ó se evapora en vasos abiertos: en todos estos casos el sulfato de hierro pasa al estado de una sal sobreoxigenada, cuyas diferentes propiedades importa mucho conocer. Se obtiene esta sal sobreoxigenada disolviendo el óxide de hierro roxo en ácido sulfúrico concentrado por medio del calor: se la ha llamado *agua madre* porque siempre quedan en la disolucion formada de cristales de sulfato verde de hierro, y porque, ademas del color roxo que le distingue de este último, no es cristalizable como él. Ya habian reconocido

los químicos algunas diferencias entre las propiedades de esta agua madre y las del sulfato verde de hierro y cristalizado, y aun habian anunciado su color, su naturaleza espesa, viscosa, y no cristalizable. El ciudadano Monnet la habia caracterizado por la oxidacion mas adelantada del hierro; pero Don Luis Proust, Catedrático de Química actualmente en Madrid, ha hecho experiencias bastante seguidas sobre esta sal para poder determinar sus caracteres distintivos. Su trabajo comunicado al Instituto nacional en el mes de Floreal del año 5.º nada dexa que desear en esta parte: despues de haber reunido las principales circunstancias en que el sulfato verde se convierte en sulfato rojo, que yo llamo sobreoxigenado, circunstancias que he indicado mas arriba, observa que no hay mas que dos sulfatos de hierro; que no hay estado intermedio entre estas dos especies; que quando el primero pasa de verde á rojo por diversos matices, y no se ha convertido todo en sulfato sobreoxigenado, es solo una mezcla de los dos en diferentes proporciones, y se pueden separar determinando la qualidad respectiva de ellos por el alcohol que disuelve al sobreoxigenado sin tocar al sulfato de hierro simple: de manera que en esta disolubilidad del primero se halla medio de obtenerlos perfectamente puros y separados uno de otro.

108 El sulfato de hierro sobreoxigenado jamas da cristales; es de color rojo; depone óxido de hierro al ayre y por la accion del fuego; tiene siempre un exceso de ácido; atrae la humedad del ayre; el hierro que le satura contiene 0,48 de oxígeno, al paso que el anterior solo contiene 0,27; es mas soluble en el agua que el sulfato de hierro; precipita con las tierras y los álcalis puros un óxido amarillo ó roxizo, que no padece alteracion al ayre, porque no puede absorber ya mas oxígeno: mientras que el sulfato verde de hierro absorbe fácilmente lo que le falta para pasar desde los 0,27 de este principio que contiene hasta 0,48 que puede tomar. Por tanto uno de los caracteres mas fixos de los dos sulfatos de hierro consiste en su precipitacion comparada por los álcalis cáusti-

cos. El simple ó verde da un precipitado formado de 0,73 de hierro y 0,27 de oxígeno, y el sulfato sobreoxigenado uno de 0,48 de oxígeno y 0,52 de hierro. Otra propiedad igualmente muy característica del sulfato de hierro sobreoxigenado es que, quando se añade hierro á su disolucion, se descompone: una parte de su óxido se separa, otra parte con el hierro añadido el oxígeno abundante que contiene, y la disolucion vuelve á pasar al estado de sulfato ordinario. Anuncia tambien D. Luis Proust que el mercurio, el zinc, el estaño y otros varios metales tienen la misma propiedad de hacer retrogradar el sulfato de hierro sobreoxigenado hácia el estado de hierro simple. El agua hidrosulfurada descompone y muda la naturaleza del sulfato de hierro sobreoxigenado en sulfato verde de hierro, al paso que segun este químico no precipita el sulfato verde de hierro sino á causa de la porcion de óxido de cobre que contiene con mucha frecuencia.

109 En fin otras dos propiedades observadas por el mismo autor distinguen todavía, y caracterizan esencialmente los dos sulfatos de hierro; y aunque son sacadas de unos agentes todavía nuevos, y de que no hemos tratado, reuniré aquí la exposicion de estos dos caracteres para hacer mas completa la distincion de los dos sulfatos de hierro, reservando para otra seccion tratar de este objeto mas pormenor. Asegura Don Luis Proust que la agalla no muda las propiedades del sulfato de hierro simple, y precipita el sulfato amarillo ó sobreoxigenado en negro muy brillante, y que por esta razon, exponiendo al ayre un tinte fresco y húmedo hecho con sulfato verde de hierro, que no haya tomado en la tina el color negro, negrea poco á poco absorbiendo el oxígeno de la atmósfera, como hace tambien la tinta segun una observacion constante.

110 El profesor Proust ha hallado tambien que los prusiates alcalinos bien saturados y puros no alteran el color del sulfato de hierro simple, y que solo se saca azul de prusia de los mismos prusiates mezclados con el sulfato sobreoxigenado; que hay dos especies de prusiato de hier-

ro correspondientes á las dos especies de sulfates: uno blanco con el hierro á 0,27 de oxígeno, y otro azul con el hierro á 0,48 de este principio. Así la especie de prusiato de hierro blanco, que se saca echando una disolucion de prusiato de potasa en una de sulfate verde de hierro, pasa poco á poco al estado de prusiato azul por su exposicion al ayre libre quando está todavía húmedo, ó por la adicion del ácido muriático oxigenado. En quanto á lo de mas D. Luis Proust generaliza y extiende la historia de estas dos especies de sulfate y prusiato de hierro á otras varias combinaciones de ácidos con el óxide de este metal, y sobre todo á las de los ácidos nítrico y muriático.

III. La accion del ácido sulfuroso sobre el hierro es una de las que los químicos modernos han apreciado y seguido mas exáctamente en la historia de los sulfites metálicos. El ciudadano Bertollet es el primero que ha visto que este ácido se descomponia por el hierro; que la porcion de azufre separada por el oxígeno del metal quedaba en combinacion con la sal formada, de la que se podia precipitar por medio del ácido sulfúrico. Los fenómenos de la combinacion del hierro con el ácido sulfuroso nos han ocupado mucho al ciudadano Vauquelin y á mí en nuestras indagaciones sobre este punto; y confirmando lo que habia anunciado ántes que nosotros el ciudadano Bertollet, hemos añadido algunos hechos que, comparados con los que nos han presentado otras varias substancias metálicas, nos han proporcionado generalizar las propiedades de un gran número de sulfites metálicos, y ofrecer por consiguiente una historia mas completa que el primer bosquejo de ella hecho por el célebre químico ya citado.

II. El ácido sulfuroso líquido, derramado sobre limaduras de hierro, obra inmediatamente, y toma un color leonado obscuro; se desprenden algunas ampollas de gas hidrógeno que cesan pronto; se desarrolla mucho calor, y un matiz verdecino viene á reemplazar al color leonado quedando un poco de carbureto de hierro en el fondo de la disolucion: este hace efervescencia con los ácidos, despidiendo mucho ácido sulfuroso, y depone verdade-

ro azufre en polvo blanco. Derramado un poco de ácido sulfúrico ó muriático en esta disolucion hace una viva efervescencia sin ocasionar precipitado alguno, y así es, menester poner una cantidad bastante de él para lograr el precipitado de azufre en polvo blanco: el ácido nitroso bien humeante separa el azufre de color amarillo y en masa dúctil. De aquí resulta que el sulfite sulfurado de hierro no está saturado de azufre, y que la primera porción de los ácidos que se le añaden obra solo al principio sobre el sulfite de hierro sin tocar á la parte de sulfite sulfurado. El azufre así separado contiene un poco de hierro que se combina con él en óxide sulfurado, auxiliado del calor.

113 Expuesta al ayre la disolucion del hierro en ácido sulfuroso depone un polvo amarillo roxizo, y cristales envueltos en el mismo polvillo. Lexivando toda esta masa con agua, disuelve esta la parte cristalizada, y dexa un polvo roxo que, disuelto en el ácido muriático, le cede el hierro, y depone azufre algo ferruginoso todavía. La lexía de este poso en agua es tambien sulfite de hierro sulfurado, ménos cargado de azufre que la primera disolucion: así se ve que el ayre descompone á esta, y precipita al óxide de hierro sulfurado. Los álcalis precipitan de color verde á este sulfite desulfurado por su exposicion al ayre libre, y el ácido nítrico le da un color roxo mas ó ménos obscuro. Expuesto al ayre despues del primer poso, se forma en su superficie una película roxa, se depone un polvo del mismo color, y luego da cristales de sulfate de hierro. El polvo roxo despide un poco de ácido sulfuroso; pero la sal ofrece una conversion de sulfite en sulfate. Este sulfite de hierro difiere pues del sulfite sulfurado en que este último es permanente al ayre, mientras que el primero absorve su oxígeno. El sulfite sulfurado depone azufre por los ácidos, y el sulfite simple no da mas que ácido sulfuroso: aquel es disoluble en el alcohol, y este de ninguna de las maneras. Se puede hacer este último combinando inmediatamente el óxide de hierro con el ácido sulfuroso: éste pierde su olor, y se logra una disolucion roxa.

114 El óxide de hierro mas oxídado no obra sobre el

ácido sulfuroso de modo que le ceda el oxígeno, y le convierta en sulfato, segun lo hace el óxido de manganeso; y esto prueba que el hierro tiene mas atraccion con el oxígeno que el ácido sulfuroso: así hemos visto al hierro descomponer al ácido sulfúrico, y convertir una parte en ácido sulfuroso, descomponer asimismo á este, y separar de él azufre, por el qual el óxido de hierro se halla algo fixado en su combinacion con este ácido, pues el sulfite sulfurado es ménos alterable por el ayre que el sulfite. Tambien se observa que los sulfites sulfurados ó sencillos no presentan color negro con la disolucion de agalla, ni azul con el prusiato de potasa; y segun esto no cabe duda en que el óxido de hierro no está elevado aquí tanto en su oxidacion como en el sulfato de hierro sobreoxigenado, ó aun en el sulfato de hierro mezclado con una cierta cantidad de este último. Disolviéndose el hierro colado en el ácido sulfuroso no da gas hidrógeno, y este es un medio de separar con exáctitud el carbureto de hierro que queda en polvo negro despues de su disolucion.

115 El hierro descompone al ácido nítrico con grandísima energía, desprendiéndose tanto gas nitroso que se forma un vapor roxo muy denso encima del vaso en que se hace la operacion. La efervescencia, el hervor, la hinchazon y la espuma son considerables: el hierro se oxida de color roxo parduzco, y queda en forma de polvo seco quando se ha echado poco ácido nítrico sobre las limaduras finas. Sin embargo este ácido, si está muy cargado y concentrado, obra mucho ménos sobre este metal que quando está extendido en cierta cantidad de agua: parece que esta es necesaria para disminuir la agregacion de las moléculas del ácido, y favorecer la accion del hierro sobre ellas. Admirados los químicos antiguos de la rapidez de la accion recíproca de estos dos cuerpos, y ocupados únicamente en hacerse una disolucion de hierro mas ó ménos cargada, pero permanente en el ácido nítrico, hallaron un medio de conseguirlo poniendo pedacitos de hierro en ácido nítrico débil, y no dexando saturar á este ácido. Los modernos despues del descubrimiento de los gases



han tratado ménos de executar una disolucion nítrica del hierro, que de sacar de su accion mutua un método para obtener con abundancia la especie de óxide de ázoe conocido baxo el nombre de *gas nitroso*. Varios de ellos han aconsejado esta disolucion para desprender esta especie de fluido elástico; pero la naturaleza misma del nitrato formado en esta operacion, su ansia por el oxígeno, y la gran cantidad de él que puede absorver, ponen un obstáculo insuperable á la consecucion de este proyecto. En efecto el gas nitroso que se desprende en este caso es seguido bien pronto de gas ázoe, que se mezcla con él, y le hace en extremo variable; de manera que jamas se puede contar con la naturaleza pura de este gas. Quando la accion es la mas fuerte posible no solo se separa el ázoe del oxígeno del ácido, sino que tambien se descompone el agua que le acompaña: su hidrógeno se combina con el ázoe del ácido nítrico, y forma amoníaco, segun hemos visto, en la disolucion de estaño; y así quando se echa cal viva en una disolucion espesa, ó por mejor decir, en el magma formado por el hierro y el ácido nítrico, aun despues de haberla guardado por algun tiempo en vasos cerrados, se nota un desprendimiento mas ó ménos considerable de gas amoníaco.

116 Quando se gasta el ácido nítrico débil, y el hierro en pedacitos, se saca una disolucion de un verde amarillento, que bien pronto se vuelve parda; las mas veces es de este color, y siempre se halla en ella un exceso de ácido. Stahl advirtió que, poniendo hierro en este nitrato ferruginoso líquido, se precipitaba el óxide que estaba disuelto en él, y el hierro ménos oxídado entraba á ocupar su lugar. Dexando expuesta al ayre la disolucion líquida de hierro, ó evaporándola al fuego, hay precipitado de óxide roxo de hierro. A veces quando se evapora rápidamente toma la consistencia de una jalea roxiza, la mayor parte de la qual se precipita, y la otra se disuelve en el agua. Jamas se pueden conseguir cristales de ella. Calentando el nitrato de hierro en una retorta se desprende mucho vapor roxo, gas nitroso, gas ázoe y agua, quedando un

óxide de un color roxo muy vivo y brillante por residuo. La disolucion de esta sal precipita por la potasa pura un óxide de color pardo claro: si se echa mas álcali que el que es menester para la precipitacion, una parte del óxide vuelve á disolverse, y el líquido toma un color pardo mucho mas obscuro que la disolucion. El amoníaco forma un precipitado de mucho color, que se acerca á un óxide negro, y aun pasa inmediatamente á este estado quando se le seca á un calor repentino y sin el contacto del ayre. Se propuso esta precipitacion para sacar el *ethiops marcial*; pero varios de los métodos descritos arriba son preferibles á este, tanto por la pureza del producto que dan, como por la facilidad de su execucion. Si el amoníaco forma un precipitado de mucho mas color que los álcalis fixos cáusticos, y que tira al negro del ethiops es porque el álcali volátil se descompone, y descompone tambien al óxide, como lo haré ver mas por menor quando se trate de la accion de las bases sobre el hierro y sobre sus óxides.

117 Se hace una precipitacion, mirada en otro tiempo como mucho mas importante que las anteriores, echando carbonato de potasa en la disolucion nítrica de hierro. Aunque Stahl haya indicado solamente el fenómeno de la disolucion que se verifica en este caso, y aunque se haya ignorado enteramente la causa de esta disolucion hasta el descubrimiento del ácido carbónico, ya habia este químico recomendado esta preparacion para la medicina baxo el nombre de *tintura marcial alcalina*: para lograrla se echa en la disolucion nítrica de hierro la de carbonato de potasa en agua; se añade un exceso de precipitante, y se revuelve mucho la mezcla, é inmediatamente se ve desaparecer el precipitado, y tomar el líquido un color roxo obscuro y brillante. Los autores han variado mucho sobre la preparacion de esta tintura ó disolucion alcalina. Mientras que Stahl aconseja tomar una disolucion nítrica bien saturada, otros varios químicos quieren por el contrario que se tome una muy poco cargada de hierro. Está observado que esta disolucion sale mejor quando es muy roxa, que quando es pálida ó amarillenta. Debiéndose la verda-

dera causa de esta disolucion al ácido carbónico desprendido del álcali, es preciso escoger un carbonato de potasa bien saturado, y extender la mezcla en una cierta cantidad de agua, la que refrenando al ácido favorece la disolucion del hierro. Expuesto al ayre este líquido se enturbia, se precipita y depone una cantidad considerable de óxide de hierro amarillo roxizo, que en otro tiempo se llamaba *azafran de Marte apéritivo de Stahl*. Yo he observado que el carbonato de amoníaco, empleado para descomponer el nitrato de hierro disolvia tambien muy abundantemente el óxide que separaba de él, y formaba una tintura tan bella como la de Stahl, pudiéndola reemplazar con mucha ventaja en la práctica de la medicina.

118 El ácido nítrico está débilmente unido con el óxide de hierro, y le dexa precipitar con mucha facilidad, como tengo dicho varias veces; por eso este ácido no disuelve al óxide de hierro quando está muy oxidado, y nos servimos de él muchas veces en las análisis químicas para quemar completamente al hierro, impedir que sea soluble, y favorecer así la disolucion de los otros óxides metálicos igualmente que su separacion del de hierro: esto es lo que Bergman encarga particularmente en la análisis de varios minerales, especialmente piedras, tierras, y residuos de aguas minerales ferruginosas. Por tanto en caso de analizar minas en que el hierro se halle en un estado de oxidacion muy adelantada, se prescribe el apartar las tierras solubles ó los demas óxides metálicos por medio del ácido nítrico que no toca al óxide de hierro, ántes bien le dexa solo y aislado; de modo que se le puede volver á encontrar, disolver, y aun conocer su proporcion por medio de otros ácidos, segun voy á hacerlo ver inmediatamente. El ácido sulfúrico descompone al nitrato de hierro, roba el óxide de este metal, y combinándose con él forma sulfato de hierro sobreoxigenado. Es muy fácil de conocer, por solo la inspeccion de la disolucion nítrica, que contiene óxide de hierro muy oxidado, y mucho mas quemado que el sulfato verde: por otra parte esto se prueba con la disolucion de agallas que forma al momento un precipita-

do negro en esta disolucion, y por el prusiato de potasa que la convierte en azul puro, cuyo color no es necesario avivar por medio de otros ácidos; y ya he advertido que la tinta y el azul de Prusia no tomaban por lo regular toda la intensidad de su color sino con los óxides de hierro muy oxídados, ó que si no llegaban por el pronto á tomarle todo, adquirian el complemento por el contacto del ayre ó por el ácido muriático oxígenado. Dando pues inmediatamente estos dos productos el nitrato de hierro se ha de inferir que en este caso tiene el hierro á lo ménos 0,48 de oxígeno: en esto no cabe duda despues de una observacion que el ciudadano Vauquelin me ha comunicado sobre la accion espontánea del ácido nítrico y el óxide de hierro. Derramado el ácido nítrico concentrado sobre el óxide de hierro que provino de la descomposicion del agua, quedó así algunos meses en contacto sin que pareciese haber entre ellos accion alguna notable; no obstante el ácido nítrico, sin haber perdido su acidez, estaba muy dulcificado, y tenia un sabor atramentario muy perceptible. Quedó muy admirado el ciudadano Vauquelin quando, removiendo el líquido que era de color pardo, vió varios cristales gruesos, que el que ménos pesaba quatro gramas. Eran blancos y transparentes, aunque, si se les miraba por refraccion, tenian un leve color de violeta, y por reflexion un gris perlado á la manera que si hubiese un poco de óxide de estaño entre sus hojuelas: su figura era un prisma quadrado terminado en corte ó bisel.

119 Este nitrato de hierro era muy deliquiescente, de un sabor picante y atramentario. Echándole en agua se volvió roxo, y su disolucion tiraba tambien á este color: fué precipitado igualmente de color roxo por el amoníaco y por el carbonato de potasa; y dió al instante un hermoso azul de prusia por el prusiato de potasa.

120 Estos fenómenos prueban que el ácido nítrico tiene afinidad con el óxide negro de hierro, que se une con él hasta saturarse quando la temperatura no es demasiado elevada, y que esta combinacion es susceptible de cristalización y de alguna permanencia. El óxide de hierro se halla

sin embargo en ella á su *maximum* de oxidacion, pues que le precipitan de color roxo el amoníaco y el carbonato de potasa, y de azul el prusiate de potasa.

121 A pesar de la viva accion que se nota entre el hierro y el ácido nítrico, ya he advertido arriba que añadiendo mucha agua á este ácido, ó mezclando un poco de él con mucha cantidad de agua, se le podia refrenar de tal suerte que el metal no hiciese mas que pasar al estado de óxide negro, y que de este medio se habian servido algunos autores para sacar el *ethiops marcial*. El ciudadano Darcet en una relacion que hizo en 1779 á la Sociedad de Medicina atribuyó la invencion de este método á Crotharé, Boticario entónces en Paris; y el Doctor Ingenhousz que la comunicó en 1797 á un profesor de Farmacia de Brusélas, ignoraba sin duda que se hubiese ya executado mas de veinte años ántes en los laboratorios de Farmacia de Paris. Federico Hoffman propuso servirse del nitrato de hierro evaporado hasta sequedad para obtener por la destilacion *espíritu de nitro muy fuerte y rutilante*, segun se llamaba entónces. Importa tambien el notar aquí para la historia de la ciencia que la disolucion de hierro en el ácido nítrico ha sido, para Mayow á fines del siglo xvii, y para Hales á principios del xviii, materia de dos descubrimientos capitales, de que no se aprovecharon sus contemporáneos; pero que fuéron como las primeras vislumbres de la revolucion que la Química debia ver, casi un siglo despues de la primera época de estas, por el exámen de los fluidos elásticos. Haciendo esta disolucion Mayow en un aparato singularmente parecido á aquellos de que Priestley y Lavoisier se han servido casi cien años despues, echó de ver que á pesar del desprendimiento de un vapor habia condensacion y disminucion sensible en el ayre de su aparato. Hales sacó un fluido que se volvió roxo al mezclarse con el ayre, haciendo obrar el agua fuerte sobre un sulfureto de hierro, ó una piritá de Smeathon; y aunque no distinguió verdaderamente el gas nitroso, es evidente que él fué el primero que le descubrió. Últimamente algunos químicos modernos creyéron que el hierro oxidado por el

ácido nítrico tomaba los caracteres de un ácido particular; pero ningun hecho exácto ha probado todavía esta asercion, y así solo debe mirarse como un mero anuncio ó noticia.

122 El hierro que, así como las demas substancias metálicas, tampoco ataca ni descompone al ácido muriático, padece sin embargo una fuerte y pronta alteracion en el gas ácido muriático á causa del agua que este gas tiene siempre en disolucion; pues vemos ennegrecerse primeramente las limaduras de hierro, y parar despues en el estado de óxide roxizo, humedecido á veces con algunas gotas de líquido verde. El gas aumenta un poco de volúmen, y se halla mezclado con gas hidrógeno, lo que prueba que el agua disuelta en él se descompuso por el hierro. Quando el ácido muriático es absorbido enteramente por el hierro oxídado, el gas hidrógeno, producto de esta accion, es el único que llena la campana en que esto se verifica. Si entónces se echa en ella un poco de agua, esta toma color verde, y disuelve al muriate de hierro, á cuyo fondo se encuentra el óxide negro de este metal. Un poco de ácido muriático extendido en mucha agua, contribuye singularmente á la mutacion del hierro en óxide negro, y por consiguiente acelera la formacion del ethiops marcial de Lemery.

123 El ácido muriático líquido ataca ó parece atacar tanto mas rápidamente al hierro, quanto ménos denso ó ménos concentrado está: desde el primer contacto de estas substancias se advierte una viva y ruidosa efervescencia producida por el desprendimiento de una gran cantidad de gas hidrógeno debido al agua en que está extendido este ácido: el hierro agitado en el líquido parece un polvo negro: si contiene carbono queda despues de su disolucion un poco de polvo de carbureto de hierro muy negro. El acero dexa tambien en esta operacion, quando se hace con tiento, uno ó mas fragmentos porosos y ligeros de este compuesto carbonoso; á medida que el hierro es oxídado por el agua, se disuelve en el ácido, y forma un líquido verde, que no tiene el bello color de esmeralda del

sulfate de hierro, sino que es mas pálido, ó tira al amarillo. Esta disolucion siempre ácida y de un sabor estíptico fuerte es la disolucion de hierro mas permanente que se conoce, y la que ménos se enturbia, ó ménos precipita por todos los medios oxígenantes; no obstante expuesta al ayre por algun tiempo se vuelve parda, y depone el óxide de hierro. La evaporacion mas bien dirigida y el enfriamiento mas lento no llegan á dar cristales de ella. Quando se la ha dado la consistencia de xarabe forma al enfriarse una especie de magma, en medio de la qual se notan algunos rudimentos de cristales aplastados, y en forma de agujas, que parecen muy deliquescentes.

124 Este magma se derrite á un fuego suave como si fuera una manteca. Si se le calienta por mas tiempo se seca tomando un color roxizo de herrumbre, y se exhala ácido muriático que, segun observacion de Brandt, lleva consigo óxide de hierro. Destilando el muriate espeso de hierro en una retorta de barro á un fuego graduado, que se aumenta poco á poco hasta el mas violento, se saca primeramente agua acidulada y gas ácido muriático, que cargado de hierro se depone en cristales en el recipiente, y se pega en hojuelas brillantes y coloradas á la parte superior de la retorta: al fin de la operacion se sublima hierro en óxide negro, que cristaliza en tablas hexáedras brillantes y tersas como el acero, y que goza tambien de la polaridad magnética: se parecen estas tablas, á lo ménos en el color ya que no en la forma, al hierro de Volvic y de Mont-d'Or. Es claro que el hierro no se desoxida ni cristaliza sino despues de haber sido reducido á vapor, y formarse al mismo tiempo ácido muriático oxígenado: es muy notable que el muriate de hierro, acabado de disolver, da por todos los reactivos alcalinos, y en estado de pureza, un precipitado que se reduce fácilmente á óxide negro: todo esto anuncia que el hierro está ménos oxídado, ó á lo ménos mas dispuesto á perder su oxígeno en su combinacion con el ácido muriático.

125 Sin embargo este ácido ataca todos los óxides mas elevados de este metal, y aconsejan todos los quími-

cos valerse de él para disolver los óxides de hierro pardo, roxo ó amarillo, que resisten á la accion de los demas ácidos: esta propiedad le hace gastar con mucha ventaja en el análisis de las tierras, de las piedras, de los residuos de aguas minerales, y de las cenizas vegetales y animales. La necesidad y la experiencia habian enseñado esto á los que trabajaban en los laboratorios de Química mucho ántes que los químicos modernos pensasen en la accion del ácido muriático, ó ántes que reconociesen la causa de esta accion. Para limpiar los vasos de vidrio impregnados de óxide de hierro, que adhiere mucho á ellos, y les ensucia de modo que no pueden servir para otra cosa en este estado, se acostumbraba en las manipulaciones químicas echar en ellos un poco de lo que llamaban *espíritu de sal*; es decir, ácido muriático humeante; menear mucho este ácido en los vasos, y calentarles un poco, con lo que desaparecian las manchas de herrumbre. Pocos años ha que he hallado la causa de esta disolubilidad de los óxides de hierro por el ácido muriático. Habiendo echado este ácido algo concentrado sobre el óxide pardo de hierro insoluble en los otros ácidos, é inatacable principalmente por el del nitro, eché de ver que se formaba ácido muriático oxígeno; y aun me pareció que esta formacion era bastante considerable y abundante para proponer valerse de este método á falta de óxide de manganeso. A medida que una parte del ácido muriático que se gasta, pasa al estado de ácido muriático oxígeno, el óxide de hierro desoxidado se disuelve en la otra porcion del ácido muriático, y forma un muriate roxo de hierro, diferente del anterior, así como el sulfate roxo de hierro difiere del verde. Es de creer que por alguna experiencia análoga á esta fué inducido Stahl á error quando pretendió que este hierro convertia el ácido muriático en ácido del nitro: el color amarillo y olor particular que contrae este ácido pudieron sin duda seducirle. El muriate de hierro sobreoxígeno, que se hace de esta suerte, da por los álcalis un precipitado que ya no puede oxidarse mas por el ayre, á lo ménos muy perceptiblemente: la disolucion de agalla y los



prusiates le convierten al instante en negro obscuro y en azul hermoso de Prusia.

126 El ácido fosfórico se combina muy lentamente con el hierro; acaba no obstante por favorecer su oxidación, y formar con su óxide una sal indisoluble. De esta manera se combina verosímilmente en la naturaleza, y forma el fosfate de hierro que se encuentra en los hierros cenagosos. He aquí un exemplo patente de esta accion recíproca en un hecho observado por el ciudadano Vauquelin. Reparando este químico con atencion en unas planchas de hierro muy anchas y gruesas, que hay en la parte inferior de un pórtico muy frecuentado, notó al principio con admiracion que estas piezas de hierro tan fuertes habian padecido una alteracion singular, especialmente en la parte enterrada de los arcos; estaban amarillas, roxizas, herrumbrosas, desiguales, hinchadas, ásperas, y tan quebradizas que el menor golpe ó esfuerzo bastaba para romperlas ó arrancar pedazos muy gruesos y voluminosos de ellas; de manera que las barras colocadas para sostener y librar las piedras de los golpes de carros, coches y cuerpos duros, que pegan contra ellas tan á menudo, no eran ya capaces de resistir á estas presiones, ni servian para el uso á que se habian destinado. Fué reconocida bien pronto por el ciudadano Vauquelin la causa de una alteracion tan fuerte, que se debia á los orines con que eran regadas continuamente estas barras de hierro por los que acostumbraban acudir á aquel parage á satisfacer esta necesidad natural. Para determinar este químico en qué consistia esta alteracion hizo arrancar algunos pedazos, y les encontró de color pardo roxizo por el interior, de textura laminosa brillante y como espática, y cubiertos en las numerosas cavidades que tenian de cristallitos brillantes. Calentado este hierro herrumbroso y cristalino en un crisol embrascado, se fundió con bastante facilidad, y dió un boton homogéneo, quebradizo, de color gris brillante y metálico, de grano muy duro y fino, que al soplete y con los ácidos presentó todas las propiedades del fosforeto de hierro. Pesaba este boton mas de la mitad del hierro em-

pleado, y estaba cubierto de una escoria de esmalte gris verdoso é hinchado, que no era otra cosa mas que fosfato de cal vitrificado y colorado por el óxide de hierro. Así pues el metal alterado venia á ser un fosfato de hierro mezclado con fosfato calizo, y algunas otras sales y materias colorantes, propias de la orina humana: calentado fuertemente el carbon con este cuerpo le reduce á fosforeto de hierro desoxídando á este metal, y desacidificando al ácido fosfórico.

127 Esta observacion nos ofrece tres resultados muy útiles: 1.º que no se debe poner hierro en aquellos sitios que estan regados continuamente de orines humanos, sin cubrirle á lo ménos de un barniz muy grueso y sólido: la misma alteracion padece el hierro sumergido en los orines: 2.º que no se debe evaporar el ácido fosfórico en vasos de hierro, que se gastan y penetran por la accion de este cuerpo: 3.º que quando se prepara fósforo con el ácido fosfórico que ha sido evaporado en vasos de este metal ó de cobre, se pierde una parte del fósforo que se une con uno de estos metales; por lo que los residuos de esta destilacion contienen muchas veces globulillos de fosforeto de hierro ó de cobre. A la reduccion por el carbon de los fosfates metálicos en fosforetos, quando el ácido fosfórico de que nos servimos los contiene en abundancia, parece deberse sin duda el esponjamiento considerable que tanto perjudica á esta operacion, y la causa inmediata de ello, es la abundancia de ácido carbónico que se desprende.

128 Tambien se prepara el fosfato de hierro echando disoluciones de fosfato alcalino en una disolucion sulfúrica, nítrica ó muriática de hierro: hay entónces una doble mutacion de bases y de ácidos. El álcali dexa al ácido fosfórico para irse á unir con el ácido que tiene al hierro en disolucion, y el óxide de este metal separado se une con el ácido fosfórico; así se saca un precipitado blanco de fosfato de hierro, pues hemos visto mas arriba que la sal disuelta en el ácido sulfúrico debilitado se precipitaba al cabo de algunas horas en forma de polvo blanco, que

queda por largo tiempo suspendido en el líquido, y tarda mucho en posarse. Es casi superfluo advertir aquí que el fosfate de hierro, prepárese como se quiera, goza constantemente de la propiedad de reducirse por el carbon encendido; de suerte que, mientras se funde entre las ascuas, las minas que contienen fosfate de hierro padecen la conversion de esta sal en fosforeto metálico, el qual se une á la fundicion, queda adherente á ella, y así el hierro que resulta aun despues de la afinacion es quebradizo en frio á causa del fosforeto ferruginoso de que está mas ó ménos cargado.

129 El ácido fluórico líquido ataca al hierro con una grande violencia, y la viva efervescencia que ocasiona se debe al desprendimiento de gas hidrógeno y á la descomposicion del agua. La disolucion tiene un sabor astringente y metálico, parecido al del sulfate de hierro; no da cristales por la evaporacion, pero se cuaja en una especie de jalea: si se calienta hasta sequedad se vuelve dura y muy sólida, y si se pasa mas adelante dexa escapar su ácido, y queda un óxide de hierro de un hermoso color roxo. El ácido sulfúrico la descompone y desprende el ácido fluórico. El óxide de hierro se disuelve tambien en este ácido, y le da segun Schéele un gusto aluminoso. Los álcalis y las tierras precipitan al fluato de hierro, y separan un óxide que se vuelve fácilmente negro quando se le calienta.

130 El ácido borácico favorece tambien, pero muy lentamente, la oxídacion del hierro por el agua: en lo demas se une débilmente al óxide de este metal. Se logra no obstante esta combinacion en forma de polvo precipitando la disolucion de sulfate de hierro por la de borate de sosa neutro ó bórax, al qual se le añade ácido carbónico; porque hallándose esta sal naturalmente con exceso de sosa, y gastándose en este estado para descomponer las disoluciones metálicas, da dos precipitados mezclados, uno de óxide formado por la sosa superabundante, y otro de borate metálico; y es evidente que, quando se quiere sacar solo este último, es preciso hacer desaparecer de ante-

mano en el bórax este exceso de álcali. Por lo demás aun no se han examinado las propiedades del borate de hierro.

131 El ácido carbónico se une fácilmente con el óxide de hierro, segun se ha visto en la historia de la herrumbre de este metal, que no es mas que un carbonate; porque á medida que se oxída el hierro absorve fácilmente el ácido carbónico de la atmósfera. Disuelto este ácido en el agua, y puesta en contacto con el hierro, le ataca sensiblemente, desprende sin efervescencia el olor del gas hidrógeno, y al cabo de algunas horas se halla con bastante óxide de hierro en disolucion para tener un sabor picante y algo estíptico. Lane y Rouelle fuéron los primeros que descubrieron y examinaron las propiedades de esta disolucion. Bergman que ha dado una historia exácta de ella notó que expuesto al ayre se cubria de una película iriseante, y que se descomponia por la cal y los álcalis, al paso que los carbonates alcalinos no llegaban á esta descomposicion. El carbonate de hierro disuelto de esta suerte enverdece el color azul de violetas; y quando se evapora el líquido depone su sal ferruginosa en forma de un ocre roxizo.

132 La naturaleza presenta con mucha frecuencia esta disolucion carbónica de hierro en las aguas minerales; y aun estas son las aguas ferruginosas ó *marciales* mas abundantes: países hay en que se encuentran á cada paso, tales son el departamento del Aller y el de Puy-de-dome en la República francesa. Antiguamente se creia que el hierro estaba simplemente disuelto en el agua: varios autores de Química querian sin embargo que estuviese el hierro disuelto en ella por medio del ácido sulfúrico, aunque no pudiesen demostrar su presencia. El descubrimiento del ácido carbónico baxo su primer nombre de *ayre fijo* quitó todas las dificultades en esta parte. Se halló que el hierro estaba casi siempre disuelto por este ácido en las aguas, y que habia dos géneros de aguas ferruginosas, unas que tenian poco, y otras mucho ácido carbónico; que estas eran picantes acídulas y espumosas, y aquellas no presentaban iguales caractéres; y que ámbas á dos de-

ponian su carbonato de hierro por el contacto del ayre, y á medida que se evapora el ácido carbónico disolvente. Rouelle el menor descubrió que el hierro espático natural, ó carbonato de hierro nativo, se disuelve en el agua cargada de ácido carbónico, y se asemeja bastante á las aguas minerales ferruginosas. Hoy en el dia se fabrican artificialmente estas aguas, y no solo se imitan las aguas naturales, sino que se les da, segun se quiere, aquel grado de suavidad ó fuerza conveniente para que se verifiquen las intenciones del médico; de manera que nos podemos valer tan útilmente en las enfermedades de este producto del arte, como de las aguas ferruginosas naturales (37).

133 En mis indagaciones sobre la *herrumbre de hierro* y sobre el azafran de Marte aperitivo, insertas en la coleccion de Memorias de Química que publiqué en 1784, hice ver que destilando estos compuestos hechos por el ayre, se sacaba gas ácido carbónico y un poco de agua; que entónces se hallaban convertidos en óxide negro de hierro; que exponiendo los álcalis fixos caústicos al vapor que se desprendia durante esta descomposicion por el fuego, se les hacia cristalizar, llevándoles tambien al estado de carbonates; que la herrumbre misma destilada con el muriate de amoníaco daba carbonato amoniacal; que por lo tanto era un carbonato de hierro artificial absolutamente de la misma naturaleza que el que se llamaba hierro espático ó mina blanca de hierro, y que esto explicaba la producción tan rápida de la herrumbre por el contacto del ayre húmedo, y principalmente en los lugares en que al mismo tiempo hay mas ácido carbónico, como por exemplo las caballerizas, igriegas &c., é igualmente la corrosion profunda de los trozos de hierro mas grandes y gruesos.

134 No se ha examinado aun, á lo ménos con la exactitud y cuidado suficientes para conocerla bien, la accion que los ácidos metálicos exercen sobre el hierro y los compuestos que forman con su óxide. Casi nada se ha añadido á los primeros hechos observados por Schéele sobre este género de combinaciones. El hierro es atacado segun

este célebre químico quando se le pone en digestion con el ácido arsénico, y al fin toda la disolucion toma la forma de una jalea. Si se ha hecho la digestion en un matraz tapado, y de modo que no haya podido entrar el ayre, no se coagula esta disolucion. Exponiéndola al ayre libre durante algunas horas se consolida de tal suerte su superficie que se puede volver boca abaxo el matraz sin que se cayga nada. La disolucion ántes de espesarse dió con la potasa un precipitado gris verdoso, del qual se desprendió ácido arsenioso por el fuego, y quedó en la retorta un óxide de hierro roxo.

135 Habiendo destilado quatro partes de ácido arsénico concreto con una de limaduras de hierro, se hinchó esta mezcla y se inflamó, hubo sublimacion de arsénico metálico, y las paredes de la retorta se llenaron de manchas de color pardo amarillento. Así se ve que el hierro arrebató el oxígeno al ácido arsénico, y le condensó mucho mas que lo que estaba en este ácido. El ácido arsénico no precipita al hierro de las disoluciones arriba mencionadas; pero los arseniates y arsenites lo separan en polvo muy poco soluble, que se vuelve amarillento ó roxizo al contacto del ayre. Este precipitado, fusible á un fuego fuerte, despidе el olor del arsénico sublimado quando se derrite, y se convierte en una escoria negra que tratada con el carbon dexa evaporar mucho arsénico, y se reduce al estado de óxide negro de hierro muy atraible al iman.

136 El ácido túnstico obra muy poco en frio é inmediatamente sobre el hierro. Sumergido este metal en la disolucion de este ácido por el muriático, le da un bello color azul que proviene de la descomposicion del ácido túnstico y de su conversion en tunsteno por el hierro: el ácido túnstico precipita al sulfate de hierro en tunstate ferruginoso blanco. Se sabe que el volfran es un tunstate de hierro nativo, y así las propiedades de esta mina pertenecen al tunstate de hierro artificial.

137 Casi nada dixo Schéele de la combinacion del ácido molíbdico con el hierro: solamente nos anunció que los molibdates alcalinos solubles precipitan las sales fer-

ruginosas de color pardo, y que el ácido molíbdico disuelto pasaba al azul quando se ponían en él metales ansiosos de aproxímarle al estado metálico.

138 Aunque el ciudadano Vauquelin en sus dos memorias sobre el cromo y el ácido crómico nada haya dicho en particular de la accion de este ácido sobre el hierro, es fácil de comprehender, segun la gran disposicion que tiene para perder la porcion acidificante del oxígeno, y pasar del estado naranjado de ácido al de óxide verde, que el hierro sumergido en esta disolucion debe producir este efecto. Se une el ácido crómico sin descomposicion con el óxide de hierro, echando en una disolucion de este por qualquiera ácido una disolucion de un cromate alcalino; inmediatamente se logra un precipitado de cromate de hierro, que si está sobreoxígenada la disolucion ferruginosa, es de color pardo, y si no lo está, de verde; porque el ácido crómico cediendo su oxígeno al hierro que no está saturado, pasa al estado de óxide de este color.

#### I. *Accion sobre las bases y sales.*

139 El hierro en estado metálico tiene una accion muy débil sobre las tierras y los álcalis; no obstante estos últimos, quando son cáusticos y concentrados, favorecen la descomposicion del agua por el hierro, pues se ve levantarse gas hidrógeno, y el metal toma bien pronto al fondo de los líquidos el estado de óxide negro ó de *ethiops marcial*, que es muy fácil de reconocer. Sin embargo apénas hay disolucion sensible del óxide de hierro formado de esta suerte en los álcalis líquidos que han acelerado su oxidacion: solo precipitan por un largo contacto del ayre algunos leves polvos amarillentos, que mas bien cubren las paredes de los vasos que forman un verdadero poso.

140 Los óxides pardos de hierro se condensan con las tierras embebidas de agua: esta mezcla toma mucha dureza con el tiempo, y se ha notado que las argamasas en que entra óxide de hierro son mucho mas sólidas y durables que las que carecen de él; tal es sin duda la causa de

la ventaja que hay en fabricar las argamasas y morteros con puzolanas, especie de tierras ó fragmentos de productos volcánicos, que ocultan en su composicion una gran cantidad de óxide de hierro, y con las quales se hacen muy buenas y sólidas construcciones debaxo del agua; y tal es tambien la razon de la utilidad de la especie de residuo que se llama argamasa de destiladores de agua fuerte, y no es otra cosa que una arcilla cocida y aproximada al óxide de hierro con quien se halla mezclada en gran cantidad, por la accion del fuego. Los ladrillos hechos con arcilla ferruginosa bien cocida tienen tambien igual ventaja.

141 Los mismos óxides de hierro padecen una alteracion, cuya causa no se conoce todavía, con los álcalis cáusticos. No se puede derramar una disolucion de potasa ó sosa cáustica algo concentrada, sobre el óxide roxo de hierro, y sobre todo auxiliar la accion recíproca de estos dos cuerpos por el fuego, sin que el color del óxide tire al negro, y sin que se acerque muy perceptiblemente al estado metálico. El mismo fenómeno produce la bária, la estronciana, y la cal viva quando se las tritura con agua y óxide de hierro; este pasa al color pardo obscuro, y se conserva en este estado sin volverse amarillo por el contacto del ayre, como se ve en el óxide puro y sin mezcla. A lo que yo he observado entre este mismo óxide y el amoníaco puro, pasa en estas operaciones una cosa semejante entre los álcalis cáusticos y el óxide de hierro: inmediatamente que estos dos cuerpos se hallan en contacto, y principalmente si se auxilia su accion con el calor, el óxide de hierro pierde su color roxo, y pasa al pardo obscuro y aun al negro; en este caso se nota una efervescencia que se debe al gas ázoe, el qual se puede recoger quando se hace la experiencia sobre cantidades suficientes. Es muy evidente que en este caso el hidrógeno del amoníaco se dirige sobre el oxígeno del óxide de hierro, con el qual forma agua dexándole en estado de óxide negro, y que el otro principio que constituye el ázoe se desprende en forma de fluido elástico; pero no se puede asegurar lo mismo de los álcalis fixos, cuya naturaleza y composicion



se ignora, y en los cuales, segun he dicho en otra parte, no se ha probado todavía la existencia del ázoe.

142 Hay otro modo de combinarse las bases térreas con el óxide de hierro, y es el de la fusion por medio de un fuego mas ó ménos fuerte. El óxide de hierro se une íntimamente con la materia térreo-alkalina, y forma un vidrio de color pardo obscuro ó verde botella, á veces casi negro, ó simplemente verdoso. Por lo demas el color de esta vitrificacion varía segun el estado del óxide de hierro, segun su cantidad, segun los mixtos con que se alea, y segun la fuerza y duracion del fuego que se le da; de aquí los matices de un gran número de colores rojos, pardos, amarillos roxizos ó pardos, y los verdes claros ó oscuros que se dan á los esmaltes, á los barnices de la talabera y porcelana, y á las diferentes especies de vidrio que se fabrican.

143 El hierro, igualmente que todas las substancias metálicas, obra sobre las sales en razon de la accion que es capaz de exercer sobre los ácidos que contienen. Así descompone los sulfates alcalinos á una temperatura elevada, porque roba entónces el oxígeno á su ácido sulfúrico, y le reduce al estado de azufre. He hallado que, haciendo enrojecer en un crisol bien cerrado durante una hora, una parte de sulfato de potasa con dos de limaduras de hierro se sacaba una especie de escoria granugienta, negra é iriseante, esponjosa, de un color verde obscuro en su superficie, y que en la parte superior del crisol presentaba unas manchas roxo-parduzcas. Era muy dura esta materia, muy difícil de limar; en algunas cavidades interiores que tenia formaba unas tablas hexáedras brillantes de óxide negro, y tenia un sabor acre y ardiente. Al reducirla á polvo despidió un olor fétido de gas hidrógeno sulfurado, y sin embargo no atraia la humedad del ayre: lexivada con diez partes de agua destilada dió un líquido verde tan obscuro, que fuéron menester treinta partes mas de agua para volverla transparente: era pues una disolucion de sulfato de potasa hidrosulfurada con un poco de hierro en disolucion, de la qual los ácidos precipitaron

azufre desprendido del gas hidrógeno sulfurado, destruyendo completamente su color, que parecia deberse al óxido de hierro hidrosulfurado. La mayor parte de la materia no se disolvió en el agua; pero sí dió mucho gas hidrógeno sulfurado por el ácido muriático. Todos los sulfates alcalinos y térreos son susceptibles de descomponerse del mismo modo por el hierro fuertemente calentado.

144 Todos los nitrates se descomponen igualmente por el hierro rusiente, ó mezclándoles con limaduras finas de este metal, y echándoles en un crisol. El ácido nítrico de estas sales presta su oxígeno al hierro que se quema despues, y aun se inflama casi siempre haciéndolas detonar: sus bases se mezclan entónces con el óxido de hierro, que adhiere mas ó ménos fuertemente á ellas segun su naturaleza: entre los nitrates el de potasa ó nitro comun es el que se escoge regularmente para esta operacion como mas abundante, y que mejor pinta para estas detonaciones. Se mezclan bien en un mortero de fundicion dos ó tres partes de esta sal y una de limaduras finas de hierro que no esten tomadas, y se echa esta mezcla por partes en un crisol colocado entre ascuas bien encendidas. A cada porcion que se echa se levanta un gran número de chispas brillantes, por lo qual se gasta este mixto para los fuegos artificiales. Despues de la detonacion se halla una masa medio fundida, de color amarillo roxizo, que da por la locion potasa pura, y dexa un óxido de hierro muy sobrecargado de oxígeno, indisoluble en la mayor parte de los ácidos, excepto en el muriático, el qual se llamaba en otro tiempo *azafran de Marte de Zwelfer*. Juncker dixo que la disolucion alcalina que provenia de esta locion tenia un color obscuro de violeta, el qual solo puede depender del óxido de manganeso; y quando el hierro es bien puro queda en forma de óxido roxo sin colorar la lexía del álcali del nitro. El hierro de fundicion y el acero detonan igualmente con el nitro: uno y otro dan, ademas del óxido de hierro, ácido carbónico entre los productos aeriformes, de modo que haciendo la experiencia con todas las precauciones convenientes en un aparato cerrado, se pue-

de apreciar así la proporcion de carbonate contenida en estos cuerpos. El acero da una llama roxa y muy brillante en esta detonacion, por lo qual se gasta en los fuegos artificiales.

145 Algunos muriates son susceptibles de descomponerse por el hierro. Habiendo observado Schéele que unos aros de hierro de un tonel que contenia pescado salado estaban cubiertos de una eflorescencia salina, que reconoció ser carbonate de sosa, puso una plancha de hierro en una disolucion saturada de muriate de sosa. Quando se dexa en esta disolucion un pedazo de hierro, de modo que una parte del metal esté dentro de ella, y otra fuera, solo se separa la sosa en la parte seca que está sobre el agua: parece que la disolucion no se descompone, y que esto solo sucede á la sal en estado seco. Schéele observó efectivamente que unas gotas pardas de muriate de hierro, que halló sobre la parte de plancha que estaba al ayre, eran precipitadas abundantemente por el carbonate de sosa que habia en ella. Esta experiéncia, que era solo un ensaye imperfecto, sobre todo en manos del célebre químico de Koëping, puede conducirnos en adelante al arte de descomponer la sal marina, y sacar de ella la sosa. Parece que esto depende de algunas atracciones dobles que no vió seguramente el hábil autor de esta observacion. La presencia del ácido carbónico de la atmósfera no basta para explicar su causa, porque el carbonate de sosa descompone fácil y completamente al muriate de hierro, y el motivo es verosímilmente la proporcion de las materias.

146 El muriate de amoníaco se descompone fácilmente por el hierro con auxilio del calor, y se desprende gas hidrógeno y gas amoníaco. Haciendo antiguamente esta experiéncia en un recipiente regular que dexaba disipar el gas amoníaco, y no podia recoger mas que un poco en estado líquido mediante el agua contenida en el muriate de amoníaco, se habia observado que este álcali volátil líquido arrastraba consigo un poco de óxide de hierro, que se precipitaba despues. Se preparaba lo que llamaban *flores amoniacaes marciales* con diez y seis partes de mu-

riate de amoníaco y una de limaduras de hierro; se sublimaba esta mezcla en dos cazuelas ó barreños colocados uno sobre otro; se descomponia solamente un poco de muriate de amoníaco, y esta sal tomaba un color amarillo baxo por una pequeña porcion de muriate de hierro que se formaba. Tambien se preparaba este medicamento con el óxide de hierro, la hematite &c. En muchas Farmacopeas alemanas se prescribian cantidades iguales de sal amoníaco y óxide de hierro ó limaduras solas, y por eso las flores amoniacaes sacadas así se coloraban mucho mas que las otras de que he hablado; contenian tambien mucho mas muriate de hierro, que expuesto al ayre atraia su humedad, formaba un líquido amarillo roxizo, espeso y muy acre, que se llamaba impropriamente *aceyte de Marte*. Boerhaave, aplicando el alcohol á las *flores amoniacaes marciales*, preparaba una tintura de hierro muy cargada; porque el muriate de hierro es muy soluble en el alcohol.

147 Los óxides de hierro roxo ó amarillo descomponen mucho mejor al muriate de amoníaco que el hierro mismo; por eso al triturar estos óxides con esta sal se percibe un olor muy vivo de amoníaco; pero se ha de observar que esta descomposicion empieza por el poco de calórico que desarrolla la trituracion. Hemos visto mas arriba que el amoníaco descomponia al muriate de hierro en frío: el hierro y sus óxides no descomponen al muriate de amoníaco sino en virtud de una temperatura elevada y una atraccion doble, á saber, la del óxide de hierro con el ácido muriático y la del amoníaco con el calórico.

148 Los muriates sobreoxígenados queman al hierro con mucha fuerza, y hasta ahora solo se ha apreciado la accion del de potasa sobre este metal. Quando se mezclan dos partes de esta sal con limaduras muy finas de hierro detona fuertemente esta mezcla, y da una llama roxa muy viva mediante un choque ó presion súbita: se enciende por consiguiente con una terrible energía al contacto de un cuerpo en estado de ignicion. Recogiendo el fluido elástico y el óxide metálico que resultan de esta operacion, tenemos un modo de analizar exáctamente las

fundiciones y los aceros; y se puede separar fácilmente del óxide por la locion la porcion de muriate de potasa que queda despues de haber detonado. Algun dia los polvoristas se aprovecharán para los fuegos artificiales de la combustion del hierro y el acero por el muriate sobreoxigenado de potasa, á causa de la llama brillante y hermosos efectos de luz que acompañan á esta combustion rápida é instantánea.

149 No se conoce accion alguna entre el hierro, los fosfates, fluates, borates y carbonates por la via húmeda y en frio. Sin embargo este metal es tan fácil de óxidarse, y tiene tanta enérgia para absorver el oxígeno y saturarse de él, que no es difícil de comprehender como humedecido por las disoluciones de estas sales puede tomarse tan pronto al ayre: en caliente arde al momento, y se combina en estado de óxide con aquellas sales que son mas ó ménos fusibles y fundentes; las tiñe de color verde pardo ó de otros matices oscuros, que atestiguan despues su presencia en los glóbulos vidriosos que se sacan haciendo estas experiencias, segun costumbre, al soplete.

#### K. Usos.

150 Ya he indicado en todo este artículo una buena parte de los usos del hierro. He hecho ver principalmente que siendo este metal mucho mas útil que la plata y el oro, ya á causa de su abundancia, ya á causa de sus innumerables propiedades, tenia sobre todos los metales la ventaja tan inapreciable como singular de poder hallarse en una multitud de estados diferentes, y presentar en cada uno de ellos qualidades que le hacian de un precio inestimable. He insistido al principio de su historia sobre las grandes relaciones que el filósofo encuentra entre la prosperidad de las naciones, los progresos de la razon humana, y los de las muchas artes que trabajan el hierro, especialmente aquellas que se fundan en darle todas las modificaciones de que es susceptible, desde ponerle blando y flexible casi como el estaño hasta hacerle tan duro y tenaz

que pueda romper todos los cuerpos, ó que ninguno le pueda resistir; en este último estado parece que todos los seres estan sometidos á su poder y dominacion; pues él hace desaparecer su forma, su consistencia, su organizacion y su textura. En manos del hombre que ha sabido darle esta propiedad dominadora muda y modifica incesantemente todo quanto le rodea; y por esto se puede juzgar no solamente quanta preeminencia ha dado á la especie humana sobre todos los demas animales, sino tambien quanto ha contribuido á los progresos que ha hecho el espíritu humano. ¡ Quánta diferencia no debe haber entre las naciones salvages que no le conocen, y los pueblos cultos que mas han adelantado su trabajo y multiplicado sus usos!

151 Aunque hoy dia parece decidido que el cobalto y niquel disputan con él la propiedad magnética, él es solo todavia quien dirige al navegante en el mar, y el que conservará largo tiempo esta preferencia con relacion á esta propiedad, á causa de su abundancia, de la facilidad de su trabajo, y de aquella con que se puede multiplicar en algun modo esta fuerza singular. Los usos del hierro baxo este aspecto podemos decir que no tienen límites, y aun es imposible prever hasta donde llegarán.

152 Si se quieren generalizar los muchos é importantes servicios que hace el hierro á la sociedad baxo su forma metálica, se verá que como fundicion sirve para hacer planchas, mesas, vasos, morteros, cañones, cilindros, cuerpos de bombas, volantes, ruedas, y en una palabra, desde las inmensas máquinas, cuyos grandes movimientos dirige, hasta los clavos delgados que fabrican los ingleses, y truecan por las riquezas de la India. El sirve para mil cosas indispensables á causa de su resistencia, dureza é inalterabilidad en su primer estado de fusion, desde los puentes de una dimension enorme hasta los broches mas menudos. Como hierro de todas las demas clases, quebradizo, duro, agrio, dúctil, fibroso &c., lleva, sufre, sostiene una multitud de pesos, esfuerzos, choques y presiones desde las inmensas barras, garfios y grapones que enlazan y aseguran las piedras y amazon de las construcciones gran-

des hasta los delicados alambres que pulsados por el músico deleytan nuestro oído, ó sirven para hacer telas metálicas. El toma todas las formas imaginables, y recibe una serie inmensa de modificaciones; es el gran móvil de las máquinas, separa, distingue y defiende nuestras habitaciones, adorna nuestros monumentos, encanta los oídos, y aumenta continuamente la industria, el poder y los placeres del hombre. Por último, en el estado de acero que tantas variedades admite, se emplea qual Proteo metálico en mil cosas importantes desde la brújula fina y movable, que gobierna al navegante y los muelles delicados, que mueven y arreglan nuestras péndolas y relojes, hasta los dobles resortes que nos suspenden y mecen en nuestros coches, y los adornos de luxo que tanto brillan y resplandecen; desde la preciosa reja de arado que surca nuestros campos, hasta las navajas y cuchillos de uso diario; desde aquellas piezas maestras de grabado, que se multiplican por la presion del volante sobre los metales, hasta las agujas de coser. Con razon pues es mirado como el alma de todas las artes, al verle ocupar millones de brazos en todos los pueblos cultos, cuyo ingenio é industria atestigua, y cuyos placeres multiplica.

153 Si se consideran sus diferentes estados en las minas, se le verá tambien servir baxo varias formas casi sin preparacion alguna preliminar. En una parte se beneficia como iman, el qual se arma y fortifica con auxilio de la física; en otra se le arranca duro, quartzoso, y baxo el nombre de esmeril para emplearle despues de molido en desgastar y pulimentar las substancias mas duras y refractarias. En una se le extrae baxo la apariencia de tierras matizadas de mil colores, para enriquecer la paleta del pintor, y verle animarse bien pronto, y respirar sobre el lienzo; y en otra se le saca de las entrañas de la tierra para cortarle en lápices encarnados, hacer argamasa durable, y adornar las calles de los jardines con arenas de diversos colores. A veces le hallamos en las mismas montañas con las propiedades suaves, untuosas, frágiles y brillantes, y con la gran inalterabilidad que se reconoce en

el carbureto nativo de hierro, para suavizar el movimiento de las ruedas, dibuxar y tirar líneas sobre el papel, y preservar de herrumbre á los instrumentos de hierro, sea frotándoles simplemente con su polvo, ó sea cubriéndoles en caliente con una especie de ungüento descrito por Homberg en 1699, y preparado con ocho libras de unto, quatro onzas de alcanfor, y la cantidad suficiente de este carbureto. Tambien sirve en este último estado para bruñir y ennegrecer los perdigones; forma casi la totalidad de los crisoles de Passaw en Saxonia, y una parte del baño de los cueros de afeytar; con él se barnizan algunas lozas &c. &c. (38).

154 No es ménos recomendable el hierro en la Química y Medicina. Ya hemos visto en los párrafos anteriores todas las experiencias en que se emplea, todos los productos que da, y todos los fenómenos que causa. Los médicos sacan de él remedios muy importantes, y socorros muy útiles para la curacion de las enfermedades, y quizá es el único metal entre todos los que tienen alguna actividad medicinal, que no se debe colocar en la clase de los venenos; ántes bien parece, segun he apuntado mas arriba, tener una especie de analogía con la economía animal; pues él estimula las fibras orgánicas, aumenta sus movimientos, fortifica sensiblemente la energía muscular, excita la excrecion de la orina, provoca las hemorroides y el fluxo menstrual, multiplica y acelera el curso de la sangre, pasa á las vias de la circulacion, se combina con la sangre, la da mas color y consistencia, irrita las paredes de los canales que le transportan, y así se ha reconocido en la orina de los enfermos que han hecho uso de él por algun tiempo; estríñe como los astringentes, y conviene en todas las enfermedades de atonia y languidez. Se gasta especialmente porfirizado, en óxide negro muy fino, en carbonato de hierro artificial, seco ó disuelto en las aguas, en tintura marcial alcalina, en flores amoniacaes marciales, y en óxide precipitado y vuelto á disolver por el carbonato de amoníaco: algunos óxides y sales, sobre todo el sulfate y muriate de hierro, se aplican al exterior como



astringentes y desecantes. Aun en el hierro imantado se han buscado propiedades cuya verdadera causa y efectos no se conocian. Se ha pretendido que, aplicado el iman al cútis, calmaba los dolores, mitigaba las convulsiones, excitaba el sudor, y hacia ménos frecuentes los accidentes epilépticos; se ha dicho tambien que, metido en el agua durante algunas horas, la comunicaba una virtud purgante; pero estas últimas propiedades parecen haberse atribuido al hierro mas bien por entusiasmo que por una observacion exâcta, sobre todo en aquellas enfermedades que por su misma naturaleza son variables é inconstantes(39).

## ARTICULO XIX.

### *Del cobre.*

#### A. HISTORIA.

**E**l cobre se halla en la clase de los metales que han sido conocidos de muy antiguo; parece haberse gastado por los hombres desde la primera edad del mundo; y como en todos tiempos ha sido uno de los mas fáciles de extraer y trabajar, se pierde su descubrimiento en las épocas fabulosas. Los egipcios le empleaban en un gran número de cosas, y ya fundian con él estatuas de una forma notable en los tiempos mas remotos de su historia. Los griegos le trabajaban y fundian, sirviéndose de él en muchas artes, y era la base de las famosas aleaciones de Corintho. Los romanos le trabajáron tambien mucho, y aun se ha creido que fabricaban con este metal la mayor parte de sus utensilios, y poco ó nada con el hierro, alegando esta fabricacion como prueba auténtica de que conocian poco, y trabajaban mal el hierro; pero ya he hecho ver en otra parte que esta ignorancia de las artes de los romanos, y la opinion de que se servian únicamente del cobre y no del hierro, está fundada en que sus instrumentos y máquinas de este metal se tomaron, oxídaron y destruyéron poco á poco baxo la tierra en que quedáron sepultadas. Las alea-

ciones de cobre, que fabricaban los romanos á exemplo de los egipcios y griegos, eran tambien muchas, y se destinaban á una multitud de usos.

2 Los alquimistas trabajáron mucho sobre el cobre, á quien llamáron *Venus* por la gran facilidad que tiene en combinarse con muchos cuerpos, sobre todo los metales, y por la especie de adulteracion que causa con sus aleaciones. Representándole por el emblema correspondiente al oro, terminado por abaxo con el signo de la cruz, le consideráron como formado principalmente de oro, pero encubierto y alterado por otra cosa acre y corrosiva que le hacia crudo. Segun ellos no habia mas que separar este cuerpo acre para obtener el oro, y con este fin emprendiéron un gran número de trabajos, y aun varios se lisonjearon haber conseguido transmutarle en oro fino. El color de este metal mas próximo al del oro que ninguno, debia inclinarles naturalmente á la ridícula opinion que en esta parte se formáron, la qual se fortifica tambien por las circunstancias de una multitud de combinaciones metálicas, en que el oro toma color de cobre: por eso los alquimistas se entregáron á penosas y grandes indagaciones sobre el cobre, y en sus libros es donde los primeros autores sistemáticos de Química bebiéron los conocimientos que han dispuesto en el orden mas ó ménos metódico, de que ha nacido poco á poco la ciencia.

3 No es ménos deudora esta, por una parte á los mineralogistas y metalurgistas cuyas repetidas operaciones han servido mucho á los metodistas para la exposicion de las propiedades del cobre, y por otra á los farmacólogos que, tirando á sacar algun partido de la acritud misma de este metal, y á convertir su poder venenoso en qualidad medicinal, ó encadenar esta actividad corrosiva moderándola, describiéron un gran número de productos y combinaciones del cobre. Así aquí, como en la historia de la mayor parte de los metales los primeros y principales historiadores de la ciencia química han bebido en esta triple fuente de alquimistas, mineros y médicos, para formar el conjunto de caractéres distintivos y diver-

tos compuestos del cobre. Pero á pesar de las grandes investigaciones hechas sobre este metal, todavía no hay autores que hayan escrito *ex profeso* sobre el cobre, y que hayan comprendido el conjunto de sus propiedades en tratados monográficos.

4 Aunque en las épocas diversas de la gran revolución que acaba de mudar la faz de la Química no se encuentran indagaciones sobre el cobre que pertenezcan inmediatamente á los fastos de esta revolución, y hayan servido para echar sus cimientos; sin embargo este metal es uno de aquellos cuyas propiedades han sido mejor conocidas, y cuyas modificaciones han sido determinadas mas exáctamente desde el establecimiento de la doctrina neumática. Entre las que mejor se han explicado por la teoría moderna debemos colocar principalmente sus diversos grados de oxidación, sus disoluciones en los ácidos, en el amoníaco, sus precipitaciones desde el estado metálico hasta su mayor oxidación, y sus reducciones por varios métodos. Los trabajos de los ciudadanos Bertollet y Guyton y los de D. Luis Proust han contribuido principalmente á dar bien á conocer estos últimos fenómenos. El conocimiento de este metal se ha hecho mucho mas completo y sencillo desde los nuevos descubrimientos. No es necesario advertir que en el lenguaje científico se ha desechado enteramente la denominación ridícula de *Venus*, que casi solo se conserva en algunas preparaciones de las artes que tanto tardan en adoptar las nomenclaturas sistemáticas y regulares.

#### B. *Propiedades físicas.*

5 El cobre es un metal resplandeciente, muy brillante, de un aspecto hermoso, de color roxo ó rosado, que no se parece á ninguno de otras substancias metálicas. Si el oro le imita en algunas aleaciones se le debe entónces al cobre, pues su brillo es muy inferior al de este último: por eso era tan recomendable el cobre para los alquimistas, que hallaban en él una propiedad colorante, de que hacian gran misterio; y que efectivamente influye so-

bre todas las aleaciones, segun se verá mas abaxo.

6 La densidad del cobre es tal que su pesantez específica es á la del agua :: 7,788 : 1,000. Esta pesantez varía sin embargo segun el estado del metal; porque quando ha sido fundido y vaciado, es menor que quando ha sido batido y forjado, y tal es la que acabo de indicar. El cobre batido y pasado por la hilera, cuyas moléculas estan muy comprimidas unas con otras, da por el contrario 8,878 de pesantez específica, lo que hace un aumento de casi un séptimo; y el cobre nativo cristalizado ha dado al ciudadano Hailly otra pesantez media de 8,584.

7 La dureza del cobre es bastante considerable, pues por lo que hace á esta propiedad ocupa casi el tercer lugar en el orden de los metales: lo mismo viene á suceder poco mas ó ménos con su elasticidad. En quanto á su ductilidad el ciudadano Guyton le coloca en el sexto lugar entre el estaño y el plomo. Con él se pueden hacer láminas ú hojuelas tan delgadas que las lleve el viento: su tenacidad es tambien bastante grande: un hilo de cobre de un décimo de pulgada de diámetro sostiene un peso de 299  $\frac{3}{4}$  libras sin romperse. Su firmeza ó resistencia, al quererle quebrar, es casi igual á la del hierro segun Walerio. Su qualidad sonora excede á la de este metal, como se prueba por una cuerda del mismo diámetro y longitud que otra de hierro.

8 No se ha apreciado muy exáctamente su conductibilidad del calórico, aunque se sabe que es muy grande. En el artículo del hierro he dicho qual es el grado de su dilatabilidad comparada: no se funde sino quando está bien rusiente. Su fusibilidad ha sido regulada por Mortimer á 1450° del termómetro de Fahrenheit, y por el ciudadano Guyton á 27° del pirómetro de Weedgwood. Fundido y puesto en rieleras para que se enfrie pronto, toma una textura granugienta y porosa, que parece una especie de *miga de pan* en su fractura, y suele presentar muchas cavidades y vientos en lo interior. Si se enfria lentamente da unos cristales en pirámides quadrangulares, ó en octaedros que provienen del cubo, forma primitiva suya. A una

temperatura mas elevada que la que se necesita para su fusion, se resuelve en vapores y humos visibles, como se ve en los lugares en que se funde por mayor este metal, y en las chimeneas de sus hornos.

9 El cobre es un buen conductor de la electricidad y del galvanismo: todavia no se ha determinado exactamente el orden y especie de fuerza que tiene comparado con las demas substancias metálicas. Todo el mundo conoce el olor acre y algo fétido que distingue y caracteriza perceptiblemente al cobre: se sabe que basta frotar por algun tiempo las manos contra este metal, para que contraygan aquel olor cobrizo, al qual se han comparado otros fenómenos de olor, principalmente el de *las fluxiones del cerebro*. Esta tenacidad y esta comunicacion del olor por el mas leve frotamiento, y el mas simple contacto de la piel, prueban que el cobre se desgasta, y pega fácilmente á este órgano, y que el ayre que le toca, ó le rodea, disuelve continuamente una pequeña porcion de él, que lleva despues en vapor á las narices y á los nervios olfatorios. Su sabor áspero y desagradable es conocido igualmente de todos, como tambien su propiedad venenosa y mortal para la economía animal. Excita al vómito, y repugna á todos los animales.

### C. *Historia natural.*

10 El cobre se halla esparcido con bastante abundancia en la naturaleza; no obstante la Alemania, la Suecia y Siberia son los tres paises en que se halla hasta el presente en mayor cantidad, y que dan mayor abasto al comercio y á las artes. Los estados de este metal en la tierra son tan diversos en su aspecto y en sus propiedades físicas, que los mineralogistas han multiplicado singularmente sus especies: algunos han reconocido de quince á veinte, quando es difícil contar nueve ó diez realmente diferentes por su naturaleza; pues lo que ellos han tomado por especies no son mas que variedades. El método establecido y seguido hasta aquí para clasificar las minas, aclarará mas esta verdad, y segun él expondré los diversos esta-

dos del cobre nativo, de sus aleaciones, de sus combinaciones con los otros combustibles que no son metales, de sus óxides y de sus sales.

11 El cobre nativo se encuentra con bastante frecuencia en el interior de la tierra; suele ser muy puro, y se reconoce por su brillo, su color roxo, su ductilidad y pesantez específica. Las mas veces es su superficie de color roxo obscuro, algo empañado y pardo, á causa de la leve oxidacion que ha padecido; á veces se le encuentra resplandeciente, y como si estuviese bruñido; pero este es mas raro que el primero. Su figura es á veces cristalina y regular; el de Siberia presenta distintamente la forma cúbica. El ciudadano Haüy ha distinguido entre las principales variedades de esta forma el sólido cubo-dodecaedro, ó el cubo de doce facetas marginales, que prolongándose hasta encontrarse producirian el dodecaedro romboydal. Se encuentra á menudo el cobre nativo en tablas, en octaedros, á manera de vegetaciones, en granos irregulares, en cristales capilares, en figura de punto de malla, en forma de plumas ú hojas de helecho, y en figuras mas ó ménos parecidas á otras substancias naturales. Tambien se halla cobre de cementacion depuesto en láminas ó hojuelas muy delgadas, formadas de muchos granitos adherentes, y separadas de una disolucion natural de sulfato de cobre por el hierro que ha encontrado esta disolucion en el interior de la tierra. Los parages en que se observa mas frecuentemente el cobre nativo son la Siberia, Norberg en Suecia, Newsol en Hungría, y Saint-Bel cerca de Leon; en una palabra, casi todas las minas abundantes de cobre le contienen.

12 Se conocen todavía muy pocas circunstancias naturales en que el cobre se halle aleado con otros metales, y principalmente en que sea tal su proporcion que se puedan referir sus aleaciones á la historia del cobre mismo: el oro y la plata son casi los únicos que se encuentran así unidos con el cobre; pero excediendo en mucho la cantidad de los dos primeros á la de este, pertenecen mas bien estos exemplares á la historia natural de dichos dos meta-

les que á la del cobre. Se puede decir que no se conocen todavía verdaderas aleaciones cobrizas que se deban colocar aquí.

13 Las combinaciones naturales del cobre con los otros combustibles diferentes de los metales existen solo en el sulfureto de cobre. No se conoce todavía exáctamente la naturaleza comparada, y por consiguiente la verdadera diferencia y número de especies de minas de cobre sulfurosas, que seria necesario admitir y distinguir. Esto nace de que estas minas son muy varias á lo que parece, bien sea en quanto á la proporcion del azufre y el cobre, bien en quanto á la proporcion y número de los demas metales que le acompañan regularmente. El hierro casi siempre se halla reunido con él; muchas veces tiene plata, y algunas arsénico y antimonio. Como por otra parte las minas de cobre son las que se benefician mas comunmente, y como los mineros las distinguen entre sí en un gran número de especies, segun la cantidad y naturaleza del metal que dan, la diferencia de trabajo que exígen, y los fenómenos que presentan en su beneficio; de aquí nace la incertidumbre y diversidad de métodos que se notan entre los mineralogistas, y el número tan vario de minas que han adoptado. En este estado de arbitrariedad é indeterminacion, sobre que todavía no puede pronunciar definitivamente el análisis química, reconozco con el ciudadano Haüy tres especies de sulfureto de cobre nativo, sino bien determinadas todavía, á lo ménos bien distintas entre sí; á saber, las que él llama *cobre piritoso*, *cobre gris* y *cobre sulfurado*. Indicaré sucesivamente las propiedades características de cada uno de ellos.

14 El cobre piritoso es el llamado *pirita cobriza* ó *mina de cobre amarillo* por los mineralogistas; se le considera generalmente como cobre con mucho hierro mineralizado por el azufre. Así les pareció á Cronstedt, Bergman y De-Born, que le aproximáron de este modo al sulfureto de hierro, con el qual no se sabe todavía si será preciso confundir algun dia el cobre piritoso. El ciudadano Haüy se pregunta con este motivo si esta mina de cobre

no será por ventura un sulfureto de hierro mezclado de cobre, y si este último metal no se hallará en una verdadera combinacion triple con el azufre y el hierro. Rome-Delisle, uno de los mineralogistas mas hábiles que ha tenido la Francia, daba por carácter distintivo de la pirita cobriza el tetraedro, que en una de sus variedades presentaba una truncatura en sus quatro ángulos, ó su interseccion por otras tantas facetas triangulares; pero que dexaba siempre la forma tetraédrica muy clara y distinta. No obstante el ciudadano Haüy observa que se halla algunas veces la misma pirita cobriza baxo la forma de un octaedro muy regular; y hallándose esta forma tambien en el sulfureto de hierro nativo desaparece la línea de demarcacion entre las dos minas, y su diferencia real queda por establecer. El color mas amarillo en el cobre piritoso tampoco es una distincion suficiente, pues varía segun la cantidad de cobre. He aquí por qué he adoptado el nombre de cobre piritoso, que no induce á preocupacion alguna, y que le ha sido dado por el ciudadano Haüy á causa del conocimiento incierto que de él se tiene. Se distinguen algunas variedades de minas piritosas de cobre en razon de su color, como la mina de *cobre atigrado*, la de *colá de pavo Real &c.*

15 El cobre gris del mismo mineralogista es la *mina de cobre gris, que contiene plata*, ó *mina de plata gris* de los autores que le han precedido en esta carrera, ó el *Fahlertz* de los alemanes. Todos los mineros le colocan entre las minas de plata á causa de la cantidad de este metal precioso que sacan de él; pero varía de tal modo en la proporcion de los metales que contiene, que se le podria colocar indistintamente al parecer, pero muy distintamente por lo que toca á cada variedad, entre las de antimonio ó las de plata. Sin embargo tiene algunos caracteres generales que han decidido á la mayor parte de los mineralogistas á referirle á las minas de cobre; su color es gris poco brillante, aunque metálico; su textura escabrosa y granugienta; á veces se halla compuesto de hojuelas lisas paralelas á las caras del tetraedro; el polvo que saca la lima es negruzco, y tira algo á roxo; á veces tiene un



lustre exterior como el acero pulimentado; pero por lo regular es cárdeno y empañado. Rome-Delisle distinguió en él quince variedades de formas dependientes todas del tetraedro, que es su figura primitiva. Si comparamos algunas análisis modernas hallamos en esta mina siete substancias metálicas; á saber, el cobre, la plata, el hierro, el antimonio, el arsénico, mercurio y el oro unidos al azufre, sin comprehender en esto un poco de alúmina; pero es de creer que la mayor parte de estos metales sean solo accesorios ó accidentales al cobre, al antimonio y al azufre, cuyas tres proporciones son las que se han hallado mas constantes en las diversas análisis modernas comparadas, de manera que parece se puede mirar como un compuesto principal de estos tres cuerpos.

16 Mr. Klaprot ha hallado en el cobre gris de Cremnitz las materias y proporciones siguientes:

Antimonio.....	34.
Cobre.....	31.
Plata.....	14.
Azufre.....	11.
Hierro.....	3.

Hubo 7 de pérdida.

17 De Born añade que Mr. Savaresi ha hallado en él oro y mercurio.

Mr. Napión publicó en 1791 en las memorias de Turin un análisis del cobre gris del valle de Lanzo, del qual sacó:

Antimonio.....	36,9.
Cobre.....	29,3.
Azufre.....	12,7.
Hierro.....	12,1.
Arsénico.....	4,0.
Alúmina.....	1,1.
Plata.....	0,7.

Hubo 3,2 de pérdida.

18 El *cobre sulfurado* del ciudadano Haüy es la mina vidriosa de cobre de De Born, que le da por carácter no contener mas que cobre y azufre, y nada de hierro,

aunque Bergman pretende que es extraño que no contenga un poco. Es de color gris de hierro, levemente teñido de roxo ó azul, compacto, y sin embargo fácil de cortarse con el cuchillo. Se asegura que, á pesar del poco azufre que contiene esta mina, es fusible á la luz de una buxía. De-Born añade á esta descripcion de Walerio, que se halla muy á menudo este cobre sulfurado en partes aisladas adherentes á otras especies de minas de cobre. Tambien se ha dicho que este sulfureto se hallaba muchas veces en cristales aislados octaédricos.

19 Aunque todas las demas minas de cobre, de que tengo que hablar, contengan igualmente este metal en estado de óxide, no los debo presentar en mi método como óxides puros; solo puedo referir dos especies á esta clase de óxides de cobre nativo; á saber, el óxide de cobre pardo y el óxide de cobre verde. El primero, que el ciudadano Haüy llama *cobre oxidado roxo*, es la *mina vidriosa de cobre roxo* de Delisle, y lo que De-Born designó equivocadamente baxo el nombre de *carbonate de cobre roxo*, pues se disuelve en los ácidos sin efervescencia y sin desprender gas ácido carbónico. Su color es roxo mas ó ménos vivo, su fractura laminosa, de lustre metálico, cristaliza en octaedros pequeños brillantes, muy regulares, que se dividen paralelamente á sus caras ó en pequeños filamentos capilares, de un hermoso color roxo. A veces sus octaedros estan cubiertos de malaquita ó carbonate verde de cobre. Tambien se ven algunos pedazos de esta mina de un color roxo que tira á negruzco ó á gris, y esto es lo que hizo creer á Romé-Delisle que la mina vidriosa de cobre gris no era mas que una alteracion del cobre vidrioso roxo.

20 El óxide verde de cobre, que el ciudadano Haüy llama *cobre sobreoxigenado verde*, es la arena de este color que Dombey traxo del Perú. Está mezclada con fragmentos finos de cuarzo blanco, gris y roxizo: tambien contiene muriate de sosa, y á esta sal descompuesta por el calor se debe el ácido muriático oxígeno que da dicha arena quando se la destila en una retorta. Arrojada en

medio de la llama la comunica un hermoso color verde; es soluble en todos los ácidos.

21 Las sales nativas del cobre pueden referirse á tres especies muy distintas; á saber, el sulfato de cobre, el carbonato de cobre azul y el carbonato de cobre verde. El primero se distingue por su forma de paralelepípedo obli-  
cuángulo, que es la primitiva, por un color azul claro, y por un polvo gris azulado que cubre regularmente su superficie, por su sabor áspero y astringente, y por su solubilidad en el agua. Se le halla frecuentemente en disolución, y esta agua sulfúrica cobriza natural sirve para dar cobre metiendo en ella pedazos de hierro, y es lo que se llama cobre de cementacion. Se ha de observar que el sulfato de cobre y el de hierro son las únicas sales que tienen un color esencial á su naturaleza.

22 El carbonato de cobre azul se conoce en la mayor parte de las mineralogías por los nombres de *azul de cobre*, *cristales de azul*, *chrisocolla azul*. Se le ha creído erradamente formado por el amoníaco ó por un simple óxido de cobre. Fontana fué el primero que reconoció que contenía ácido carbónico. Pelletier hizo un análisis exácta de él, y halló las proporciones y substancias siguientes:

Cobre puro..... de 66 á 70.

Acido carbónico..... de 18 á 20.

Oxígeno..... de 8 á 10.

Agua..... 2.

23 El fuego arroja de él al ácido carbónico, é igualmente le arrojan los otros ácidos más fuertes. Todos ellos y el amoníaco le disuelven prontamente; los primeros le hacen pasar al color verde, y el amoníaco aumenta todavía mas la intensidad de su color azul. Los cristales del azul de cobre son demasiado pequeños para que se haya podido exâminar hasta ahora su estructura. Hay una variedad de este carbonato azul, que se halla en forma de eflorescencia ó de una simple tierra, al qual llaman *azul de montaña* ó *cobre azul térreo*. Se halla muy á menudo esta segunda variedad con una de las de la especie siguiente. También se han referido á esta especie las *turquesas* ó

los huesos fósiles azules, que Reaumur dixo estar teñidos por el cobre, y la *pedra de Armenia* que Mr. Kirwan dice ser carbonate ó sulfate de cal teñido por el cobre. Una y otra especie pierden su color por la accion del fuego quando se le da bastante fuerza.

24 El carbonate de cobre verde, ó carbonate de cobre sobreoxígenado que es muy fácil de reconocer por su color, presenta tres principales variedades; el térreo llamado *verde de montaña*, el que cristaliza en agujas brillantes finas y comprimidas unas con otras, al qual llaman *cobre sedoso*; y en fin el que depuesto á la manera de las estalactitas forma la *malaquita*. Todas estas tres variedades no son mas que carbonate puro de cobre, en el qual este metal está mas oxídado que la mina anterior, y las tres no se diferencian entre sí sino por las circunstancias de su formacion. Dan igualmente ácido carbónico por la accion del fuego y de los ácidos mas fuertes; se convierten fácilmente en metal por el carbon y los aceytes, y contienen mucho cobre. Tambien forman trozos mas ó ménos preciosos para las colecciones mineralógicas.

#### D. *Ensaye y metalurgia.*

25 Aunque parezca bastante fácil á primera vista hacer el ensaye, ó mas bien reducir las minas de cobre por la via seca á causa de la fusibilidad de este metal; sin embargo esta operacion es una de las que dan el resultado ménos exácto, ó que si se quiere tener uno fixo y seguro, exigen las operaciones mas complicadas á causa de los metales extraños que acompañan á este metal, y cuyo número, naturaleza y proporcion importa determinar, sea para saber desembarazar al cobre de ellos, si son capaces de alterarle, ó sea para aprender á extraerlos, y sacar todo el partido posible de ellos, si son metales mucho mas preciosos que él. Por tanto es difícil que el método de reduccion que se ha seguido hasta aquí suministre conocimientos suficientes, ya para dar alguna luz sobre la composicion de las minas de cobre, ya para dar medios de beneficiarlas con ventaja.

26 En la descripción de los métodos propios para ensayar las minas de cobre no se ha reparado mucho en la diferencia de ellas; y con todo es fácil de ver que las unas pueden dar resultados mucho mas ciertos que las otras: por exemplo, las minas de óxides ó carbonates, quando se las reduce por un medio alcalino y carbonoso, dan casi todo su cobre puro y sin pérdida, porque no conteniendo azufre, ni regularmente otra alguna materia metálica extraña, y no ofreciendo á la acción del fluxo y del fuego mas que el desprendimiento de su ácido volátil, la reducción de su óxide, y la fusión de la porción de tierra ó ganga que les acompaña, no son susceptibles de padecer género alguno de alteración por estos fluxos; pero no sucede lo mismo con las minas sulfurosas, sean de la naturaleza que se quieran. El azufre que contienen se une fácilmente con el álcali de los fluxos, y el sulfureto que se forma disuelve una parte del metal. De aquí resultan dos inconvenientes que hacen incierto é inexacto el conocimiento de estas minas, que se puede adquirir por el método de reducción por la vía seca: el uno es que la parte de cobre retenida y disuelta por el sulfureto disminuye la cantidad, del que se saca en una proporción considerable; porque, como se verá muy en breve, la dosis del fundente alcalino recomendada por los autores es bastante grande para disolver mucha parte de este metal: el otro consiste en que el cobre reducido, reteniendo consigo casi toda la plata que se suele hallar en estas minas, y presentándola en los ensayos ulteriores, indica entónces al operador una proporción mas grande de este metal precioso que la que realmente tiene toda la mina primitiva. En fin la fundición y la reducción por la vía seca no pueden servir para apreciar la cantidad de azufre; ni la de los metales extraños como el antimonio y el hierro que se hallan tan frecuentemente en las minas de cobre sulfurosas grises ó amarillas, y que dan un cobre agrio é impuro. La descripción del ensaye por la vía seca, dada por los principales autores dómásticos, va á probar estas aserciones hasta la evidencia (40).

27. Para hacer este ensaye, despues de haber machacado y lavado la mina, se recomienda sujetarla á largas y repetidas torrefacciones para dividirla, ablandarla y separar el azufre de ella. Se la funde despues con quatro veces su peso de fluxo negro y un poco de muriate de sosa; y el metal que se extrae de esta suerte, y se halla precipitado en el fondo del crisol, es casi siempre mas ó ménos quebradizo y de color gris, ó á lo ménos pardo mate mas bien que de roxo de cobre. No obstante se aconseja fundirle con quatro partes de plomo, y pasar despues esta aleacion á la copela, para sacar la plata y oro que puede contener, y cuya presencia y cantidad se procura determinar; pero esta operacion es muy dificil, y casi nunca sale enteramente bien. Tillet, que reconoció los inconvenientes de este método, propuso otro fundente que no era capaz de retener el metal, y que se componia de dos partes de vidrio machacado, una de bórax calcinado y un octavo de carbon.

28. Los defectos que acabo de exponer de esta reduccion por la via seca, y la extrema diferencia que hay entre este método inexácto y una verdadera análisis docimástica, hacen aquí mas necesaria que en ninguna otra parte la descripcion de los medios de disolucion recomendados por Bergman en su disertacion sobre la docimástica húmeda. Este sabio químico les ha variado segun la especie y naturaleza de las minas, y así aconseja disolver el cobre nativo en el ácido nítrico. El oro, si es que le hay, queda al fondo del disolvente en forma de polvo negro; y si hay plata encarga precipitarla por el cobre, que teniendo mas atraccion con el oxígeno que la plata, desoxida en el momento á este metal, y lo separa en polvo metálico. Por lo que toca al hierro no hay mas que hacer hervir por largo tiempo la disolucion, y evaporarla hasta sequedad, volviéndola luego á disolver, y entónces el nitrato de cobre pasa al agua, y el óxide de hierro queda sin disolverse en polvo roxo.

29. He aquí como aconseja tratar los sulfuretos de cobre. Se les pulveriza y hace hervir en cinco partes de áci-

do sulfúrico concentrado, se evapora hasta sequedad, y se lava el residuo en agua caliente hasta que no quede nada de sal metálica. Extendida suficientemente en agua la disolucion, se mete en ella primeramente una planchuela de cobre que precipita la plata, y despues una de hierro bien limpia, con la qual se la hace hervir hasta que no precipite nada. Precipitado de esta suerte el cobre se seca á un fuego manso, que no sea capaz de favorecer su oxidacion, lo que aumentaria su peso. Si se teme que el hierro se haya mezclado con el cobre, se vuelve á disolver en el ácido nítrico, y se executa con esta disolucion, lo que se ha dicho hablando del cobre nativo. Bergman nota que en esta operacion se disipa en vapor todo el azufre á causa del violento calor que se da para evaporar hasta sequedad la disolucion sulfúrica; pero por una parte sabemos el peso del azufre por el de las otras materias que se sacan; y por otra se puede hacer una disolucion de la misma mina en el ácido nitro-muriático para aislar, recoger, y apreciar el azufre separadamente.

30 Hablando de las minas de óxide roxo, azul ó verde, que dice disolverse muy bien y enteramente en el ácido nítrico, y aun en los ácidos en general, indica que se debe precipitar el cobre por el hierro ó por el carbonate de sosa: en este último caso ciento noventa y quatro partes de precipitado representan segun él cien partes de cobre. Si contienen estas minas carbonate de cal, aconseja precipitar su disolucion por un carbonate alcalino despues de haber separado la porcion metálica por el prusiate de potasa. El sulfato de cobre nativo debe ensayarse por el hierro. En fin Bergman habla de un muriate nativo de cobre de un color azul que tira á verde, frágil, disoluble con efervescencia en el ácido nítrico, que da una disolucion verde, y precipita en forma de cuajada blanca al nitrato de plata. Es verdad que confundia el óxide verde de uranio con el muriate de cobre, y así se puede creer que el exemplar del gabinete de Upsal tampoco era verdadero muriate de cobre.

31 El trabajo metalúrgico, que se hace sobre las mi-

nas. de cobre para extraer este metal puro, y separar los demas metales que se le agregan, es tan difícil de describir y hacer entender, como de executar. La mayor parte de los hombres gozan continuamente de las propiedades de este metal, sin llegar á formarse idea del trabajo que ha exigido para su extraccion. Despues de haber picado y lavado mas ó ménos la mina de cobre sulfurosa, que es la mas comun y difícil de beneficiar, se tuesta primeramente al ayre y casi sin leña, porque en empezando una vez á arder el azufre que contiene, continúa ardiendo por sí, sin que sea necesario darle pábulo con otras materias combustibles. Luego que se ha apagado por la diminucion, y no por la destruccion de su azufre, como se podia creer, se la tuesta de nuevo, añadiéndola entónces leña para comunicarla un calor mayor que el que se ha producido espontáneamente en su primera torrefaccion, la qual se empieza dos veces á lo ménos de seguida. Despues se la funde entre carbon, y se da á esta fundicion el nombre de *mata*, porque todavía no es cobre, ni tiene su color, ni su brillo, ni el grano y ductilidad de él; su color es pardo negruzco ó roxo obscuro, su aspecto es como vidrioso, y su textura muy quebradiza; en una palabra, es la misma mina con una parte de azufre ménos. La fusion que ha padecido hace presentar al metal nuevas superficies, y auxíliar las nuevas tostiones que necesita todavía. Se le hace pasar despues por otras seis ó siete de seguida poco mas ó ménos, segun la naturaleza de la mina, su dureza y la cantidad de azufre que contiene, y entónces una nueva fusion da lo que llaman *cobre negro*. Desde este punto ya empieza la materia á ser maleable; pero queda sin embargo una porcion de azufre que se separa solamente por las operaciones sucesivas á que se sujeta para extraer los demas metales que contiene. Se alea el cobre con tres veces su peso de plomo, lo que se llama *refresco del cobre*, y se da á esta aleacion la forma de tortas, por lo que les llaman *panes de liquacion*: se les pone luego de canto sobre dos planchas de fundicion levantadas en un horno, é inclinadas entre sí, de modo que dexasen un canal ó abertu-



ra en su parte inferior. Los panes de aleacion se mantienen en su posicion vertical por unas barras de hierro colocadas horizontalmente sobre las planchas de fundicion. El horno terminado por este aparato se llama *horno de liquacion*, cuyo suelo está en declive hácia adelante. El fuego que se enciende en él calienta poco á poco los panes de cobre argentífero aleado con el plomo: este último metal, que es el superabundante, se funde y cae gota á gota por la ranura de las planchas entre el carbon, baxo el qual se reúne en virtud de una atraccion química: arrastra consigo la plata que roba al cobre, y dexa á este metal solo y bastante puro; por lo qual se la da el nombre de *liquacion* á esta operacion á causa de esta fusion lenta del plomo añadido al cobre argentífero. El plomo cargado con la plata se copela despues para extraer este metal precioso, segun diré mas por menor en la historia de este último. Por lo que hace al cobre que queda en pedazos irregulares, reblandecidos, informes y esponjosos en lo alto del horno de liquacion despues de haberse separado el plomo cargado de plata, se purifica y afina fundiéndole en grandes crisoles, donde se le tiene fundido el tiempo suficiente para que pueda arrojar en forma de espumas ó escorias todas las materias extrañas que contiene. De quando en quando se ensaya metiendo en él una varilla de hierro, á que se pega un poco de cobre, y se juzga del estado de afinacion de este por su color, su grano ó su miga y su ductilidad. Quando anuncian estas propiedades, que está ya bastante puro, se le funde en placas, ó se despacha en pedazos redondeados é irregulares que llaman *rosetas*. He aquí por qué se dice freqüentemente cobre de roseta quando se quiere hablar de este metal puro. Para fabricar las rosetas, ó despachar el cobre fundido en esta forma, se quitan con mucho cuidado las escorias que nadan sobre el cobre quando está fundido en el crisol; y luego que se ha fixado la superficie del metal, se le pasa por encima y rápidamente una escoba mojada. El contacto del agua fria hace apretarse sobre sí misma la porcion solidificada, aunque blanda todavía, del cobre que se levanta por

en medio; y se encoge hácia las orillas; con lo qual se desprende muy fácilmente no solo de las paredes del crisol, sino tambien de la parte líquida del cobre, y luego se saca esta parte levantada, y como festonada por sus orillas baxo el nombre de *roseta*; se sigue así sacando rosetas de la mayor parte del cobre contenido en el crisol, y se considera como mas pura la porcion que queda al fondo. La fusion sola continuada por largo tiempo sirve para purificar el cobre.

32 Hay otras minas de cobre, especialmente las que son en extremo sulfurosas, que se tratan de otro modo para sacar el sulfato de cobre por la eflorescencia que padecen al ayre, y en virtud del agua con que se las riega. En algunos lugares, como por exemplo en Saint-Bel, para separar el azufre de estas minas se las tuesta y calienta en vasos cerrados: una parte del azufre quemado en esta operacion forma ácido sulfúrico que se une al cobre oxídado; lo restante de azufre se quema despues lentamente expuesto al ayre libre, y toda la masa de la mina se convierte en sulfato de cobre que se saca despues lavándole en agua.

#### E. Oxidabilidad por el ayre.

33 El cobre expuesto al ayre frio y húmedo pierde prontamente su brillo, se empaña, se vuelve pardo mate, se oscurece poco á poco, toma el color que llaman de bronce antiguo, y acaba por cubrirse de una especie de tinta verde bastante brillante, que todo el mundo conoce baxo el nombre de *cardenillo* ó *verdete*. Esta lenta combustion que, aun quando se adelanta bastante para oxidar al cobre de color verde, jamas penetra profundamente, y no pasa de la superficie, la qual cubre con este baño sólido, que defiende al metal de otra alteracion sucesiva, depende de varios efectos complicados. El oxígeno atmosférico empieza por oxidar de color pardo la superficie del metal; el agua favorece y acelera esta oxidacion, y el ácido carbónico se une inmediatamente al cobre oxídado de esta suerte; de modo que la especie de barniz de las medallas,

de las estatuas y utensilios antiguos cualesquiera, barniz que los antiquarios sacan de estos pedazos, y es lo que llaman *patina*, viene á ser un verdadero carbonato de cobre sobreoxigenado, muy análogo á la malaquita ó al verde de montaña.

34 Esta alteracion del cobre es mucho mas fuerte y rápida quando se eleva la temperatura de este metal. Todo el mundo ha podido notar con qué celeridad mudan de color los tubos de cobre que sirven para conducir el humo de las estufas desde el momento que se les calienta ligeramente al contacto del ayre: inmediatamente toman una tinta azulada, naranjada, amarillenta ó parda, que acaba por cubrirse totalmente de color pardo obscuro igual en toda su superficie. Así se sacan unos colores muy hermosos exponiendo con precaucion al fuego hojuelas delgadas de cobre, y por este método se hacen aquellas especies de *oropel* de diversos colores, que cortados en pequeños fragmentos sirven para los juguetes de los niños y otros adornos, sobre los cuales se les aplica con un mordiente ó betun. En esta fabricacion se notan sucesivamente los colores azul, amarillo, violado y pardo, siendo este el último y mas permanente.

35 Quando se enroxece una plancha ó barra de cobre al ayre se quema mucho mas íntimamente, se oxida en su capa exterior, pierde enteramente su brillo, y se vuelve de color pardo obscuro no adhiriendo ya mas al metal esta capa de óxide pardo. Así quando se dexa enfriar se ve su superficie no solo empañada y oscura, sino tambien desigual, áspera, rajada, quebradiza, y capaz de saltar por la percusion; por lo que, dando algunos golpes sobre un pedazo de cobre que ha estado rusiente por algun tiempo, saltan unas costras de óxide pardo conocidas por el nombre de *cascarillas*, *escamas* ó *batiduras de cobre*, baxo las cuales aparece el metal con su hermoso color de rosa: se saca fácilmente esta especie de óxide puro metiendo en agua fria un pedazo de cobre bien rusiente muchas veces de seguida: en cada una de estas operaciones el agua fria condensa y comprime súbitamente la película

de óxide formada en su superficie, que en fuerza de esta compresion súbita se quiebra, salta en pedacitos, y cae en forma de polvo gris al fondo del agua. Secando este polvo, y porfirizándole despues, se saca otro de color pardo casi aterciopelado. El cobre aumenta veinte y cinco partes, y absorbe esta proporcion de oxígeno sobre ciento de metal en esta combustion, que se ha creído ser el primer punto de su oxidacion; pero que jamas pasa adelante, como se verá despues. Este óxide pardo ó negro se reduce fácilmente á metal por la accion del carbono y del hidrógeno de los aceytes con auxilio del calor; y así los fundidores de cobre se contentan con echar la cascarilla en el crisol, donde tienen el metal fundido, especialmente laton, para que apoderándose el zinc que este tiene de la porcion de oxígeno del óxide pardo, le haga pasar casi en el momento al estado metálico.

36 El óxide pardo de cobre, que varía desde el roxo encarnado al pardo obscuro, adquiere este color por una especie de fusion ó vitrificacion. Quando se le calienta hasta enroxecerse levemente al contacto del ayre, y se le revuelve para multiplicar sus superficies con la atmósfera, se vuelve mucho mas obscuro y aun casi negro. Se creyó que baxo esta negrura tenia un azul muy intenso, y aun se miró este color como el segundo grado de oxidacion del cobre, en que parecia contener el metal de diez y seis á veinte de oxígeno al paso que se daban ocho ó diez al óxide pardo; pero al presente es cosa averiguada despues de las últimas investigaciones de D. Luis Proust que estos dos colores pertenecen al mismo óxide en dos estados ó modificaciones, de forma que uno y otro son igualmente un óxide de veinte y cinco de oxígeno por ciento, y que no se puede llevar mas adelante la oxidacion del cobre; pues el color verde que se miraba como un *maximum* de oxidacion se debe á una combinacion ácida, y no contiene mas proporcion de oxígeno que la indicada; á saber, veinte y cinco por ciento.

37 Aunque el óxide pardo ó negro de cobre sea bastante fácil de reducir al estado metálico, no obstante en-

tra, especialmente el pardo, en varias combinaciones vitrificadas, y tiñe los vidrios de roxo obscuro. Se puede hacer muy prontamente un óxide pardo de cobre calentando dos ó tres partes de limaduras de este metal con una de óxide verde, cuyo ácido y agua verifican luego al punto la oxidacion de toda la masa del cobre. Se ha de notar tambien que el color sanguíneo ó pardo brillante del óxide de cobre, color que toma muchas veces el óxide negro ó el parduzco de cobre, quando se le da un fuego violento, no es mas que indicio de una especie de fusion ó vitrificacion, y no de una oxigenacion menor, segun se habia creido. Por eso en los hornos en que se afina el cobre está cubierto este metal de una capa vidriosa roxa, que se pega tambien á las varillas con que de quando en quando se sacan algunas pruebas.

38 Todos los hechos que acabo de presentar sobre la oxidacion del cobre pertenecen solo á su combustion lenta ó débil: hay otros que estan comprehendidos en la historia de su combustion rápida y fuerte, é importa mucho conocer bien quando se da un fuego muy vivo al cobre; por exemplo, quando se le echa en limaduras muy finas en un horno bien caliente, ó quando despues de haberle fundido se le pone candente en un crisol; arde mucho mas rápidamente que en el primer caso; padece una verdadera inflamacion, y da una llama verde muy brillante, por lo que se gasta para la composicion de fuegos artificiales de color, sobre todo los que se llaman fuegos artificiales de mesa. El mismo efecto se ve en la superficie del crisol donde se funde y revuelve el cobre bien fundido y rusiente; hiriendo los alambres ú hojas delgadas de este metal con la chispa eléctrica da inmediatamente una llama verdecina, y se quiebra decrepitando y esparciéndose en humos ó en polvos por el ayre, los quales se pueden recoger sobre un papel, y se ve que son un óxide pardo roxizo. A esta propiedad se debe tambien el color verde que se ve tomar á la llama de las materias combustibles, especialmente el alcohol quando se han mezclado ó disuelto en él sales cobrizas. A pesar de la actividad y diferencia de este género de

combustion de la oxidacion lenta que he descrito ántes, el óxide que resulta de ella ofrece constantemente veinte y cinco partes solo de oxígeno por ciento de metal, y se parece enteramente al que se saca por la primera combustion. Está pues probado que no hay mas que una especie de óxide de cobrizo.

*F. Union con los cuerpos combustibles.*

39 No se conoce todavía la union del cobre con los primeros cuerpos combustibles, principalmente el ázoe, el hidrógeno y el carbono, con los quales aun se cree que es incapaz de combinarse. Unicamente se sabe que el hidrógeno y el carbono descomponen el óxide de este metal, le roban el oxígeno, y le hacen pasar al estado metálico quando se le pone rusiente. Sin embargo se ha de notar que el gas hidrógeno reduce el óxide y aun algunas sales de cobre á metal por solo el contacto, como hace con las de otros metales quando se le presentan desleídas en agua ó en estado de disolucion, y que no causa esta alteracion sobre ellas quando se exponen á su accion baxo la forma seca. Volveré á hablar de esta reduccion de los óxides y sales metálicas húmedas por el gas hidrógeno en la historia de la plata y el oro, cuyos óxides son mas susceptibles de esto que el de cobre, y tambien de las experiencias y teoría de la Señora Fulham, dama inglesa, que ha trabajado mucho sobre este punto.

40 El fósforo se combina fácilmente con el cobre, y aun es uno de los fosforetos metálicos mas conocidos, porque es el que mas comunmente se saca á causa de acostumbrarse evaporar el ácido fosfórico en vasos de este metal. Pelletier describió con mucho cuidado las propiedades del fosforeto de cobre, despues de haber observado que el residuo de la destilacion del fósforo hecha con el ácido fosfórico evaporado en vasijas de cobre, vasijas por otro lado muy á propósito para esta operacion, contenia una combinacion de fósforo y cobre baxo la forma de granitos separados ó masas algo mas considerables. Preparó este

fósforo Pelletier calentando en un crisol partes iguales de birutas de cobre y ácido fosfórico vidrioso con un sexto de la totalidad de polvos de carbon. Margraff habia sacado ya ántes un fosforeto de cobre destilando un óxide de este metal con el fósforo. El químico frances descubrió además que se podia preparar tambien este compuesto, aunque ménos completamente por la fusion de partes iguales de birutas de cobre y vidrio de ácido fosfórico, y sobre todo echando fósforo sobre el cobre candente en un crisol. En este último caso se funde el cobre en el instante mismo que el fósforo se pone en contacto con él, y absorbe poco mas ó ménos de quince á veinte partes de fósforo por ciento. El fosforeto de cobre saturado es de un color gris blanquecino brillante y metálico, muchas veces iriseante, granugiento, y duro y compacto de textura. Es mucho mas fusible que el cobre, y sin embargo no se derrite á la luz de una buxía, como lo advirtió Margraff. Expuesto al fuego baxo la mufla, ó tratado al soplete se funde, el fósforo viene á arder con ruido y deflagracion á su superficie, y el cobre queda en una especie de escoria negruzca. Al descubierto se abre, muda de color, pierde su brillo, se ennegrece, y se convierte por una especie de eflorescencia en fosfate de cobre; no obstante se le puede conservar por años enteros sin alteracion en vasos cerrados. En la fabricacion de este fosforeto con el vidrio de ácido fosfórico hay siempre algo de escoria vidriosa, negra y mas ó ménos bien fundida, que encubre ó envuelve el boton reunido en el fondo del crisol.

41 Hay muchos modos de lograr la combinacion del azufre y el cobre, y se sacan diferentes géneros de compuestos, segun las circunstancias que acompañan la operacion. Si se mezclan polvos de azufre y limaduras de cobre, y se amasan con agua, expuesta esta pasta al ayre se hincha algun tanto, se hiende, aumenta de volúmen, se calienta un poco, y acaba por formar una masa parda que se efflorece lentamente al ayre, y se convierte en sulfate de cobre; pero esta accion es infinitamente ménos notable que la del hierro tratado de este modo. Si se calientan

en un crisol partés iguales de azufre y cobre en polvos se saca por la fundicion una masa de color obscuro, una especie de *mata* agria, quebradiza, y mas fusible que el metal. Se prepara esta combinacion para los tintes y pinturas de lienzos, poniendo en un crisol camadas de cobre y azufre. Luego que todo se ha fundido se reduce á polvo, y se gasta baxo el nombre antiguo de *æs-veneris*, que es la misma materia que la anterior. En algunas fábricas se valen de esta operacion para preparar el sulfato de cobre, calentando fuertemente esta combinacion en un horno.

42 La Sociedad de químicos de Amsterdam ha hecho nuevas observaciones sobre el sulfureto de cobre. Calentando suavemente limaduras finas de cobre con azufre en un tubo de vidrio tapado por un extremo, y metido en un horno entre carbon, se funde el mixto en una masa parda, muy fusible, que cristaliza en prismas ó radios muy prolongados de color roxo obscuro. Si se le mantiene fundido, ó solo reblandecido algun tiempo, se enroxece, parece penetrarse de fuego, sin que esto provenga del vaso mismo sino de la propia reaccion de sus factores, y despidiendo, como si se inflamara, una luz del color roxo mas vivo y mas hermoso, de modo que los químicos holandeses, que creyeron hallar en este fenómeno una verdadera combustion, sin contar para nada con el contacto del ayre, sacaron algunas inducciones opuestas á la doctrina neumática; pero es mas fácil y natural atribuir este efecto á la fosforescencia del compuesto, ó á un poco de ayre contenido en el aparato, pues es cierto que la experiencia se hizo sin las precauciones necesarias para asegurarse de la falta total de ayre, y rebatir el principio de que no hay combustion sin oxígeno; porque aun quando se suponga, como parece á primera vista, que este compuesto de sulfureto artificial se inflamó con efecto sin ayre, ¿no se podria creer que una corta cantidad de agua suplió en este caso por dicho principio? ademas de eso ¿será posible que un solo hecho, en el qual se pasó acaso alguna circunstancia á los sabios químicos de Amsterdam, sea bastante para inducir á creer que puede verificarse la combustion sin



ayre y sin oxígeno? Al ver este fenómeno por mí mismo le he considerado como una simple fosforescencia, como una mutacion y un aumento súbito de capacidad por el calórico, y como una simple expulsion de la luz ó conversion del calórico en ella, lo que parece tanto mas evidente, quanto que despues de haberse verificado, el compuesto queda siempre sulfureto de cobre y con toda su propiedad combustible, en vez de que hubiera pasado al estado de sulfate si hubiera padecido una verdadera combustion. Por lo demas el hecho merece sin duda observarse con mas atencion que la que se ha observado hasta aquí.

43 El cobre se alea fácilmente con casi todas las substancias metálicas por la fusion y las aleaciones que forma gozan casi todas de propiedades mas ó ménos importantes, en razón de las quales se gastan casi todas en las artes. No hay metal que tome tan fácilmente diversas formas en sus combinaciones metálicas, y esta es una de las razones por qué los alquimistas le llamaban *Venus*. Unido por la fusion con el arsénico en un crisol bien tapado, y con muriate de sosa que cubra la materia fundida, forma un metal blanco, agrio, quebradizo, que algunos autores llaman *tumbaga blanca*; á veces se añade zinc ó estaño á esta composicion que sirve para fabricar muchos utensilios y alhajas. Valerio aconsejaba mezclar partes iguales de arsénico y cobre con  $\frac{1}{16}$  de plata; á la verdad tomaba para

esto el arsénico blanco ó ácido arsenioso. La mayor parte de los autores gastan el fluxo negro y vidrio molido para auxiliar la fusion y combinacion. Becher dió una fórmula muy larga y minuciosa, con la que asegura se saca de una union del cobre con el arsénico un metal blanco, dúctil y semejante á la plata. Swedemborg ha reunido muchos métodos diferentes para hacer esta aleacion. El ciudadano Baumé la ha tratado de varios modos; la ha sacado muchas veces quebradiza, y ha notado que el fuego la hacia dúctil dexándola su color blanco; la ha preparado tambien ya con el ácido arsenioso y el álcali fixo, ya con el arseniate acídulo de potasa ó *sal neutra arsenical*

de Macquer, y ya en fin substituyendo el laton, al cobre. En las artes se hacen muchas mezclas metálicas con el cobre y el arsénico, añadiendo en proporciones varias otras substancias metálicas.

44 Todavía no se han descrito ni aun indicado las propiedades de las aleaciones del cobre con el tungsteno, molibdeno, cromo, titanio, uranio y manganeso, aunque se sabe que la mayor parte de estos metales son susceptibles de unirse con él, y hacerle quebradizo, y mas ó menos baxo de color. Hay muchas indagaciones que hacer sobre estas nuevas aleaciones, que examinadas con cuidado podrán dar ciertamente á las artes productos muy útiles á causa de sus propiedades diferentes de todas las demas aleaciones conocidas; por otra parte la facilidad con que sabemos que el cobre se alea con otras materias metálicas, debe determinar á los químicos á probar estas aleaciones que les darán medios de reducir y fundir de este modo aquellos metales nuevos, cuya infusibilidad ha impedido hasta ahora reconocer sus propiedades características.

45 La combinacion del cobre con el cobalto es bastante difícil y poco conocida: los autores que han hablado algo de él, como por exemplo Waserberg en sus Instituciones de Química, aseguran que esta aleacion es parecida al cobalto mismo en su fragilidad y textura. Segun Cronstedt forma el cobre con el níquel una aleacion blanca dura, nada dúctil, y fácil de destruir por el ayre. Este sabio notó que á pesar de las diversas proporciones con que hizo esta aleacion, se mostró el cobre constantemente con su color verde ó pardo en el vidrio de bórax. No se sabe qué es lo que forma el níquel purificado con el cobre, porque el que Cronstedt gastó, como ya he dicho en otra parte, estaba lleno de arsénico, de cobalto y hierro.

46 El bismut fundido con el cobre á partes iguales forma una aleacion frágil de un color roxo bastante baxo. En la aleacion hecha con un octavo poco mas ó menos de bismut halló Gellert mucha fragilidad, un color roxo blanquizco, y una textura de facetas que parecian fragmentos casi cúbicos: su pesantez específica era exáctamente la

media de los dos metales. Muschembroëck que describió una serie de aleaciones diversas de cobre y bismut, y determinó su diversa tenacidad, vió disminuirse esta propiedad á proporcion que abundaba el bismut. Los operarios que prepatan laton ó tumbaga para obras pequeñas como cucharas &c., hacen entrar en su aleacion un poco de bismut, pero sin saber por qué ni para qué en fuerza solo de una rutina antigua.

47 El antimonio se une muy fácilmente con el cobre por la fusion: quando se alea á partes iguales se saca un metal de un hermoso color de violeta, único de este género entre los metales. Geillert halló esta aleacion específicamente mas pesada que sus factores. Esta singular aleacion tiene una textura laminosa y fibrosa, y es el *régulo de Venus* que se fabricaba antiguamente en las farmacias para la preparacion del demasiado famoso *lirio de Paracelso*. Tambien se hacia por prescripcion y miras de alquimia una aleacion compuesta de partes iguales de *régulo Marcial* y *régulo de Venus*, que formaba, segun decian, unas mallas ó cavidades reticulares en su superficie, y la llamaban *red de Vulcano*, porque *Marte* y *Venus* parecian estar envueltos en ella.

48 Se ha trabajado mucho en los laboratorios sobre la union del mercurio con el cobre, y la formacion de una amálgama de este último metal. En el orden de las adherencias que los metales disolubles por el mercurio son capaces de contraer con este metal, y que corresponden á su disolubilidad, ocupa el cobre el octavo lugar segun las experiencias del ciudadano Guyton, teniendo solo detras de sí al antimonio, hierro y cobalto; lo qual indica que no es susceptible de unirse al mercurio sino con mucha dificultad, y así solo se consigue amalgamarle quando se presenta al mercurio muy dividido, y se tritura con él. Entre los químicos que han hablado de esta combinacion unos quieren que se trituren las hojas delgadas del cobre con el mercurio despues de haberlas frotado con vinagre ó sal comun; otros prescriben triturar limaduras de cobre con la disolucion nítrica de mercurio, á cuyo óxido

reduce el primer metal, y le precipita de su disolucion, añadiendo despues un poco de mercurio vivo, y lavándolo con mucha agua. Hay algunos que aconsejan tomar el cobre disuelto en el ácido nítrico, precipitarle en estado metálico por el hierro, y triturarle prontamente con el mercurio. Tambien hay algunas otras operaciones que exigen combinaciones de ácidos vegetales, y así hablaremos de ellas en adelante. De qualquier modo que se haga esta combinacion es roxiza, bastante blanda para recibir con facilidad las mas tiernas impresiones quando está un poco caliente, y capaz de endurecerse mucho al ayre; el calor la descompone muy fácilmente, y separa el mercurio de ella (41).

49 La combinacion del cobre con el zinc es una de las aleaciones mas importantes que hay, ó por mejor decir, da origen, segun la diversidad de proporciones, á diferentes aleaciones muy útiles en las artes. Muschembroëck describió con atencion algunas propiedades de varias aleaciones de estas: partes iguales de cobre y zinc le diéron un metal de hermoso color amarillo de oro, cuyo paralelepípedo de un décimo de pulgada necesitó ciento y ocho libras para romperse: su pesantez específica era de 8,047. Una parte de cobre y media de zinc formáron un metal de color de oro algo apagado; una parte de cobre y  $\frac{3}{4}$  de zinc un bello metal de color de oro muy dulce á la lima; una parte de cobre y un quarto de zinc, una aleacion de un color mas hermoso que el del laton. Geilert indicó ser la pesantez específica de estas aleaciones mayor que la media de los dos metales. Valerio anuncia que la aleacion de cinco partes de cobre con tres de zinc es tambien algo dúctil. El ciudadano Borda ha hallado que el laton tenia una densidad casi un décimo mayor que la de los dos metales separadamente.

50 A estas generalidades sobre la aleacion del cobre y el zinc es menester añadir una noticia de las principales diferencias de los metales usuales á que da origen; pues segun las proporciones en que se alea se saca el laton ó

cobre amarillo, el metal del Príncipe Roberto, el pincheveck, la tumbaga y el similor. El laton y cobre amarillo se fabrican, sea poniendo por camadas planchas de cobre, ó fundiéndolas con una mezcla de calamina ó carbonato de zinc nativo y carbon. El zinc entra en esta aleacion en la proporción de un quinto ó un cuarto de cobre, y sale este metal bastante dúctil para servir á un gran número de usos. Macquer notó que el zinc podia unirse á tres partes y aun á dos de cobre, sin hacerle perder casi nada de su ductilidad en frio: esto es lo que hace al laton tan útil y tan precioso. Por esta aleacion se aumenta la cantidad del cobre  $\frac{1}{5}$  y aun  $\frac{1}{3}$ ; se le da un color agradable que imita al del oro pálido, y se le hace ménos expuesto á la oxidacion y al cardenillo, aunque á la verdad es algo ménos dúctil en caliente que en frio á causa de la fusibilidad del zinc mucho mayor que la del cobre. Teniendo fundido á un fuego fuerte el cobre amarillo se separa el zinc de él, se volatiliza, arde con llama, y la aleacion descompuesta pasa otra vez al estado de cobre roxo puro. Aunque las palabras *cobre amarillo* y *laton* sean casi sinónimas en los libros de Química, se da mas comunmente el nombre de laton al pasado por la hilera; á veces este está blanqueado en su exterior por el zinc que se halla solo como aplicado sobre él.

51 El metal del Príncipe Roberto es una aleacion análoga á la anterior, en que la proporción del zinc es menor que en el laton, y cuyo color mas subido imita mas al del oro. Cada operario tiene sus métodos particulares para hacer este metal que solo se gasta en alhajas de adorno &c. Lo mismo sucede con el pincheveck, la tumbaga y el similor, que son las otras tres aleaciones del cobre con el zinc, que se diferencian poco entre sí, y solo son variedades del laton algo diversificadas en su color. Para conseguirlos hermosos es esencial tomar los dos metales bien puros, y variar las proporciones, haciendo para ello mas ó ménos ensayos, segun el color que se quiere sacar. En las obras antiguas de Química se hallan recetas mas ó ménos complicadas para preparar estos metales, con que se

ha tirado á imitar el oro. En vez de servirse del cobre y del zinc puros prescriben muchos la calamina y el cardenillo que mezclan con varias sales, y calientan mas ó ménos fuertemente por largo tiempo. Se podrán ver un gran número de fórmulas de esta especie en las disertaciones de Swedemborg sobre el cobre y el laton, *aurichalcum*, en las obras de Lewis, Justi, Cramer, Valerio, Gellert, Tessari, Rinman y Klinghamer.

52 A lo que llevo dicho sobre esta materia añadiré solamente una noticia del nuevo trabajo hecho por el ciudadano Vauquelin sobre el análisis de esta aleacion tan importante. Para conocer las proporciones de los dos metales que componen el laton, se sirvió este químico con gran ventaja de la disolucion por el ácido nítrico. Luego que se ha hecho enteramente, y no queda nada por disolver, precipita los dos metales por la potasa que añade en bastante cantidad para disolver del todo al óxide de zinc; y como el óxide de cobre no es disoluble en ella queda en forma de polvo negruzco, que se separa, se lava, y se pesa; y substrayendo un quinto del peso de este precipitado por el oxígeno á que está unido: se tiene el peso del cobre, y lo que falta al de la aleacion empleada corresponde al zinc. Se comprueba esta primera experiencia precipitando otra disolucion nítrica por el zinc, que separa al cobre en estado metálico, y debe dar igual cantidad de este último metal que la que se ha sacado por el primer ensaye.

53 El cobre se alea muy fácilmente con el estaño. Esta especie de aleacion es en extremo útil para las artes, pues con ella se hace el bronce, el metal de estatuas, el de cañones, el de campanas, los espejos metálicos y el estañado, por lo que es preciso estudiar sus propiedades con la mayor atencion. En general el estaño disminuye mucho la ductilidad del cobre, y aumenta su tenacidad, su dureza y su qualidad sonora. Muschembroëck ha confirmado con sus experiencias que el cobre adquiria la mayor firmeza posible, quando á cinco ó seis partes de metal se añadía una de estaño; que quanto mas se aumentaba la proporcion de este, mas dura y frágil salía la aleacion; que

no la mordía entónces la lima, y solo servía para hacer espejos. De aquí infirió este físico que para fabricar el bronce de cañones, era menester tomar una parte de estaño por cinco ó seis de cobre. La densidad y pesantez específica de esta aleacion son mayores que la media en la proporcion de 8,265 á 7,638.

54 Valerio dió sobre el bronce noticias aun mas circunstanciadas que las de Muschembroëck. Para hacer el metal de cañones es preciso segun él mezclar doce partes de estaño con ciento de cobre, pudiendo añadirse con ventaja un poco de laton. Uniendo cien partes de cobre con veinte de estaño se saca una aleacion sonora de un color gris amarillento, á propósito para la fundicion de campanas. Swedemborg aconseja hacer el metal de cañones fundiendo juntas cien partes de cobre con doce ó quince libras de estaño viejo, y mezclando al baño de estos metales fragmentos de instrumentos de bronce.

55 Savary propone solo de diez á doce partes de estaño por ciento de cobre para el bronce de cañones, y de veinte á veinte y quatro para el de campanas, añadiendo que para hacer el sonido de este último mas agradable, se han de echar dos partes de antimonio. En la aleacion destinada para fabricar cañones, que debe ser bastante sólida para no saltar con una carga doble de pólvora, y al mismo tiempo bastante dura para no deformarse con el ímpetu de la bala, es importante advertir que la mezcla de los dos metales entre sí no es homogénea é igual en todas sus partes, sino quando se revuelve y menea bien la materia en fusion: sin esto se hace una particion desigual, de lo que resulta que el estaño ó el cobre mas cargado de estaño ocupa la parte superior, y que lo del fondo es casi cobre puro, y que toda la masa forma una especie de camadas de diversas aleaciones, desde la de arriba que contiene mas estaño hasta la del fondo, que contiene ménos. Igual observacion he hecho sobre otras aleaciones; pero es mas importante aun en la historia del bronce á causa de su grande utilidad y de los muchos usos á que se aplica. De paso se notará que el bronce para las estatuas no se

diferencia del de cañones sino en que contiene una proporcion de estaño mas ó ménos considerable, segun el color que se las quiere dar.

§ 6 El metal de campanas se diferencia especialmente del bronce en que la proporcion del estaño es mucho mayor, y sale mas quebradizo. La dósís que se gasta ordinariamente para esta especie de aleacion es de veinte y cinco de estaño con setenta y cinco de cobre: analizando por los ácidos fragmentos de campanas se halla á veces ó una proporcion algo diferente de esta, ó algunos metales extraños como el zinc, antimonio y bismut; á veces tambien se halla plata; pero estos metales no son esenciales á la mezcla, y provienen casi siempre ó de los latones y de ciertas aleaciones malas de cobre, estaño, plomo &c., ó de algunas porciones de plata vieja, que la credulidad y supersticion echaban en otro tiempo á los hornos en que se fundian las campanas. Sobre todo se observa en la fabricacion del metal de campanas la singular propiedad de que goza el estaño de disminuir y aun hacer desaparecer el hermoso color del cobre. La aleacion de campanas es de un color gris blanquizco, de textura compacta y dura, muy difícil de limar, y de una pesantez específica mas considerable que la media de los dos metales aleados: todos estos caractéres indican una penetracion íntima del cobre por el estaño y una especie de henchimiento de todos los poros del primero por las moléculas del segundo. Este metal es mas fusible que el cobre. Quando se quiere hacer ensaye de él se le pone en polvos en ácido nítrico, el qual disuelve al cobre oxídado, y dexa al estaño en forma de óxide blanco indisoluble. Antiguamente se creyó que no se podian separar estos dos metales, y que era imposible extraer el cobre; de modo que esté se daba por perdido; y se creia que, para sacar algun partido de él, se le debia añadir cobre hasta llegar á la proporcion conveniente para sacar bronce de artillería, ó destinarle para aquellas aleaciones blancas, duras y agrias con que se hacen sellos, botones, adornos, &c. Pero esta preocupacion esparcida por ciertos hombres interesados en conservar las campanas



no arredró á los químicos franceses, ántes se dispó á la primera ojeada que echáron sobre este metal aleado, quando las necesidades de la patria llamáron su atencion sobre este objeto. Se han hallado muchos arbitrios para extraer el cobre del metal de campanas: la fundicion sola hecha con lentitud, y un poco de agua arrojada sobre la superficie del metal en fusion, bastan para esto en los obradores de afinacion que se hallan en toda actividad: el estaño se oxida por este método, y nada á la superficie del baño en forma de escorias, que arrastran á la verdad consigo un poco de cobre, pero que separadas de este se reducen y refunden aparte para hacer el metal agrio y blanco, que tiene muchos usos. Se extrae tambien por mayor el cobre del metal de campanas en varios talleres franceses y nacionales por un método que yo dí en 1790, y consiste en oxidar una parte del metal de campanas en escorias pulverulentas, y menearlas ó revolverlas con seis partes del mismo metal fundido en un horno de reverbero: teniendo el estaño mucha mas atraccion con el oxígeno que el cobre, absorbe aquel este principio al cobre oxidado de la escoria que se añade; de modo que se separa de la porcion de estaño que se quema y escorifica de esta suerte, enriqueciéndose al mismo tiempo con la porcion de cobre de las escorias añadidas que ceden el oxígeno á su estaño. Pelletier aconsejó para este mismo objeto la mezcla del óxide de manganeso con este metal fundido: algunos otros químicos empleáron con felicidad el muriate de sosa arrojado sobre el metal de campanas en fusion, y consiguieron con esto separar de él el estaño. Este apartado del metal de campanas es un arte nuevo que ha sido creado y llevado prontamente á su perfeccion en la República francesa, no dexando de contribuir bastante á sus pasmosos sucesos militares.

57 Una mezcla de tres partes de estaño y una de cobre, fundida con un poco de ácido arsenioso y fluxo negro que reduce á este último, da por la fusion una aleacion agria y dura, de color de acero, susceptible de un bello pulimento, muy poco alterable, y que se gasta pa-

ra la fabricacion de los espejos de reflexion, de los telescopios, de las experiencias de óptica &c. En Kunckel, Cardano, Becher y Swedemborg se hallan muchas composiciones diferentes para hacer esta aleacion destinada á la confeccion de espejos. Becher prescribió para esto ocho partes de cobre, una de estaño y cinco de bismut; Cardano tres de cobre, una de estaño y plata y un octavo de antimonio; y Kunckel tres de buen estaño y una de cobre, que fundia con un poco de tártaro, alumbre, salitre y ácido arsenioso. Quando se alea el estaño con  $\frac{1}{48}$  de cobre se le endurece y vuelve mas brillante, á lo que con el mismo fin se añade á veces antimonio.

§ 8 El estañado del cobre no es otra cosa mas que una aleacion en extremo tenue y superficial del cobre con el estaño. Se inventó para preservar al cobre de que se tome, é impedir que los alimentos preparados en este metal disuelvan una parte de él, y adquieran por consiguiente una acritud venenosa. Para que el estañado salga bien es preciso que la superficie de las vasijas de cobre esté bien limpia y metálica; por tanto se empieza rascando esta superficie con una cuchilla que hay para el intento, hasta que toda ella esté bien pura y brillante; se frota despues con muriate de amoníaco, y se pone sobre las ascuas; luego que está lo bastante caliente se echa pez resina en polvos, la qual cubriendo toda la superficie metálica impide su oxidacion; y por último se echa el estaño fundido, ó se lleva por toda ella una barréta de estaño que se funde inmediatamente con el calor de la vasija, y se aplica con un trapo ó unas estopas sobre toda la superficie del metal: este, que era de un color roxo hermoso, se vuelve al instante de un blanco plateado brillante, si el estaño se aplica por igual sobre todos los puntos del cobre. Solo una capa muy leve de estaño es la que hace aquí cuerpo con este metal: en vano se aplicarian nuevas capas ó nuevos espesores de él, porque no contrzerian la misma adherencia, la misma dureza, y la misma infusibilidad que la que toca inmediatamente al cobre. A un calor capaz

de fundir el estaño se derretirian estas capas, y se juntarian en perdigones ó globulillos al fondo del vaso estañado, porque este segundo estaño añadido al primero permaneceria como estaño, y conservaria las propiedades de tal, al paso que la primera capa verdaderamente adherida hace aleacion con la superficie del cobre, y se vuelve infusible por este solo motivo á la temperatura que funde el estaño. Es de admirar seguramente la pequeña cantidad de estaño que se une y pega al cobre en el estañado; y aun serian de temer los peligrosos efectos del cobre que está solo separado por una hojuela de estaño de una delgadez casi inapreciable, si una larga experiencia no nos hubiese enseñado que esta leve hojuela basta para impedir al cobre que está debaxo el tocar á los alimentos que se ponen en las vasijas estañadas. Bayen en sus investigaciones sobre el estaño halló que una cacerola de nueve pulgadas de diámetro y tres pulgadas y tres líneas de profundidad habia aumentado solo veinte y un granos por el estañado. Sin embargo se debe cuidar mucho de no dexar permanecer largo tiempo en las vasijas de cobre estañadas los guisados, sobre todo de substancias ácidas, renovando tambien á menudo el estañado para evitar todo temor de peligro, y procurando gastar para ello estaño fino, porque el que contiene plomo, y con especialidad el terciado por los peltreros, que contiene la mitad de su peso de él, expone á todas las enfermedades que puede acarrear el plomo. No ha faltado quien ha propuesto estañados infusibles y de capas gruesas con estaño hecho infusible con el hierro, plata y platino. Lafolie, químico de Rouen, quiso tambien substituir á las vasijas de cobre estañadas, contra las quales siempre es útil conservar alguna preocupacion, cacerolas de hierro batido, cubierto de zinc, y seria de desear que se multiplicase su uso.

59 El cobre se alea bien con el plomo mediante la fusion: quando el plomo excede al cobre toma la aleacion el color gris del primero; es bastante ductil, y no obstante quebradiza en caliente á causa de la gran diferencia de fusibilidad entre el plomo y el cobre. A esta última di-

ferencia se debe la utilidad del plomo en la operacion metalúrgica, que he descrito mas arriba baxo el nombre de *liquacion*. Algunas artes usan tambien de esta aleacion de plomo y cobre, y sirve principalmente para la fabricacion de algunos caractéres ó letras gordas de imprenta, en cuyo caso dice Savary que es necesaria la proporcion de cien partes de plomo por veinte ó veinte y cinco de cobre.

60 El cobre es tambien susceptible de unirse al hierro, pero con mucha mas dificultad que á la mayor parte de los metales precedentes. Quanto mas hierro se combina con el cobre, mas tira la aleacion al color gris, mas ductilidad pierde, y mas difícil de fundir se vuelve. Quando se funden estos dos metales en un crisol se halla siempre algo de hierro no aleado sobre el cobre, al qual adhíere fuertemente, y este hecho explica como estos dos metales se sueldan bastante fácil é íntimamente. Muchas veces se hallan los granos ó limaduras de hierro diseminados en las ampollas ó vientos del cobre, quando no se han calentado bastante estos dos metales para auxiliár la aleacion; pero casi todos los químicos estan acordes sobre la dificultad de esta union.

#### *G. Accion sobre el agua y los óxides.*

61 Lo que he dicho ya de las propiedades del cobre prueba bastante que este metal tiene demasiado poca atraccion con el oxígeno, para que pueda robar este principio al agua; por eso los químicos modernos creen que el cobre no descompone á este óxide de hidrógeno, pues ven por otra parte que el hidrógeno descompone al óxide de cobre, aun el de color verde: basta que haya un contacto momentáneo de este cuerpo gaseoso sobre el óxide para volverle de color pardo. Sin embargo hay una circunstancia en la qual podria parecer que se verifica realmente esta descomposicion del agua por el cobre, y es aquella en que este líquido tocando y bañando al metal sin accion miéntras está caliente ó en vapor, se condensa y enfria á su superficie. En este caso se ve constantemente

cubrirse de un óxide verde al cabo de algunas horas el sitio ocupado por las gotitas del líquido condensado y enfriado, y este fenómeno sucede con demasiada frecuencia para que no les haya chocado á los químicos. Quando el cobre está fundido y ruésiente, el agua que cae sobre él excita cierto movimiento, se reduce súbitamente á vapor, el qual se lleva por delante porciones del líquido metálico, que exponen mucho á los operarios en la fundicion de este metal, como lo saben todos los fundidores de cobre, que tienen el mayor cuidado en hacer secar bien sus moldes; pero aun en este fenómeno no se puede decir ni creer que el agua se descomponga, como ni en el contacto del agua vaporosa condensada por el enfriamiento. La primera deslagacion parece deberse á la evaporacion violenta y súbita del agua. La oxidacion del cobre en segundo caso es producida por varias atracciones reunidas, y principalmente por la del oxígeno y el ácido carbónico atmosférico con el cobre y su óxide. He aquí por qué esta oxidacion que se verifica tan prontamente en vasijas abiertas, no se presenta en las tapadas.

62. Por la misma reunion de varias atracciones, y sobre todo por la que he llamado *atraccion disponente*, descompone el cobre al agua quando está combinado con el azufre; y á estas fuerzas cooperantes se debe la sulfatizacion espontánea que padecen al ayre los sulfuretos de cobre nativo quando se les humedece. Es de creer que suceda lo mismo al fosforeto de este metal quando se ennegrece al ayre, segun observacion de Pelletier, é igualmente á otras varias aleaciones del cobre, quando se halla en iguales circunstancias. Luego se verá que la misma teoría se presenta naturalmente en la accion del cobre sobre ciertos ácidos, ó durante algunas disoluciones suyas en estos cuerpos quemados.

63. Por lo que acabo de decir es fácil de comprehender que el cobre tiene muy poca accion sobre la mayor parte de los óxides metálicos; y en efecto á muy pocos puede robar el oxígeno, quando por el contrario sus propios óxides se dexan descomponer fácilmente por la ma-

yor parte de los metales. El manganeso, el zinc, el estaño, y sobre todo el hierro, tienen esta propiedad en grado eminente. El mercurio es el que cede mas presto su oxígeno al cobre; de manera que este último precipita en forma metálica casi todas las disoluciones del primero, y basta meter unas planchas ó pedazos de cobre en las sales mercuriales líquidas, para que se blanqueen por la precipitacion del mercurio en estado metálico, y para que las disoluciones que ántes no tenían color tomen al instante el azul. Esta operacion sirve á veces para formar en la superficie del cobre una especie de plateado, que á la verdad es poco sólido y durable. El cobre precipita tambien á lo ménos en parte el sulfato de hierro sobreoxigenado, no porque robe el oxígeno al hierro, sino porque el óxido de este metal, quando está sobreoxídado, tiene tan poca union con el ácido sulfúrico que abandona inmediatamente su lugar al cobre.

#### *H. Accion de los ácidos.*

64 Se ha dicho siempre que ningun metal era mas alterable ni mas soluble por los ácidos que el cobre; y en efecto no hay ácido, por débil que sea, que no sea capaz de colorar este metal de azul ó verde, y que por consiguiente no le oxide á costa del agua, y se una despues con su óxido.

65 El ácido sulfúrico no ataca al cobre sino quando está concentrado ó hirviendo: entónces el cobre descompone á este ácido, le quita una parte de su oxígeno, y desprende mucho gas ácido sulfuroso. Para esta operacion se toman regularmente dos partes de ácido y una de metal. Kunckel aconseja servirse de la destilacion; pero generalmente se hace esta combinacion en un matraz, y se continúa la operacion hasta lograr una masa seca, la qual es de un gris sucio ó parduzco, segun la proporcion de los dos cuerpos y el fuego que se le ha dado. Se lava despues esta masa con agua destilada, la qual toma un hermoso color azul, y suele quedar un poco de óxido pardo sin disolverse. Evaporado este líquido azul hasta formar película,

y enfriado lentamente, da cristales romboydales del mismo color. El ácido sulfúrico, aunque sea débil, disuelve fácilmente los óxides de cobre, y forma con ellos el propio sulfato de que vamos hablando.

66 Se prepara el sulfato de cobre por mayor, ya evaporando algunas aguas que le tienen en disolucion, ya quemando los sulfuretos nativos de cobre, ó ya dexando eflorescer ó sulfatizar al ayre estos sulfuretos despues de haberles humedecido: concluida la sulfatizacion, se hace una leixía con ellos, la qual se evapora y dexa cristalizar en vasijas grandes, donde depone masas considerables de cristales azules. Esta sal se llamaba en otro tiempo *vitriolo azul*, *vitriolo de Chipre*, *vitriolo de cobre*, *caparrosa azul* y *vitriolo de Venus*. Tiene un sabor acre, metálico, estíptico, y casi cáustico. Aunque casi siempre se le ha definido como cristalizado en romboydes, en el dia de hoy no basta esta vaga enunciaciön. He aquí como describe el ciudadano Haüy la cristalizaciön del sulfato de cobre: su forma primitiva es un paralelepípedo obliquángulo, que se puede considerar como un prisma obliqüo, cuyos lados estan inclinados entre sí por una parte  $124^{\circ}1'$  y por otra  $55^{\circ}59'$ , cuya base hace con uno de estos lados un ángulo de  $109^{\circ}21'$ , y con el lado opuesto uno de  $60^{\circ}39'$ . Solo el feldespato tiene por forma primitiva, á la manera de esta sal, un paralelepípedo obliquángulo; pero las caras que componen un mismo ángulo sólido en esta piedra tienen ángulos diferentes. El prisma del sulfato de cobre pasa al octaedro y al decaedro por decrecimientos muy fáciles de describir: tambien se forman al rededor de cada base unas facetas marginales ó angulares, solitarias, mellizas y ternarias, que constituyen una serie de variedades determinadas todas con precision en la teoría descubierta por el ciudadano Haüy.

67 El sulfato de cobre se funde prontamente al fuego á favor de su agua de cristalizaciön; pierde en el momento hasta treinta y seis por ciento de su peso, y se deseca en polvo de un color blanco azulado. Aumentando entónces el fuego suelta su ácido; y se ha notado que es mas difícil

de descomponer que el sulfato de hierro. El residuo de esta descomposicion por el fuego es un óxido negruzco, que contiene siempre veinte y cinco partes de oxígeno por ciento de metal. D. Luis Proust, á quien se debe esta última observacion, da á los factores del sulfato de cobre las proporciones siguientes:

Oxide negro de cobre.....	32.
Acido sulfúrico.....	33.
Agua.....	35.

Se altera levemente al ayre perdiendo su agua de cristalización, y efloreciéndose en forma de polvo azul blanquizo; pero esta eflorescencia no pasa de la superficie de la sal. Solo necesita quatro ó cinco partes de agua á diez grados para disolverse, y el agua hirviendo disuelve la mitad de su peso: así cristaliza casi tan bien por el enfriamiento como por la evaporacion lenta. El fósforo y los gases hidrógeno-fosforado y sulfurado separan y reducen mas ó ménos completamente al cobre. Ningun ácido tiene accion sobre el sulfato de cobre.

68 Las tierras y los álcalis le precipitan de su disolucion en un óxido gris azulado, que se vuelve verde quando se le seca al ayre, absorbiendo el ácido carbónico de la atmósfera.

69 Si solo se echa una pequeña cantidad de potasa cáustica y líquida en la disolucion del sulfato de cobre, el precipitado verdecino que se saca, y nada en una disolucion de sulfato cobrizo, pues esta sal no se descompone enteramente, es una especie particular de sulfato de cobre, que asegura D. Luis Proust hallarse *ad minimum* de ácido; es decir, que es un óxido de cobre, el qual arrastra consigo un poco de ácido sulfúrico. Esta sal, segun dicho químico, pierde catorce por ciento de agua por la destilacion; y la potasa pura le reduce á sesenta y ocho de óxido negro. Contiene sesenta y ocho partes de óxido negro, diez y ocho de ácido sulfúrico y catorce de agua. Tambien parece que se saca el sulfato de cobre *ad minimum* de ácido, descomponiendo el sulfato *ad maximum* por la accion del fuego.



70 Si en vez de descomponer parcialmente el sulfato de cobre por la potasa se echa esta con exceso, quita este álcali todo el ácido á la sal, se depone un óxido azul, que D. Luis Proust mira como un compuesto particular de óxido negro, único óxido de cobre que él conoce, con el agua, y que llama *hidrate de cobre*, del qual volveré á hablar por menor en el artículo del nitrato de este metal. El amoníaco descomponiendo al sulfato de cobre, y precipitando al principio su disolucion, disuelve bien pronto al óxido precipitado si se añade con exceso, y toma entónces el color azul mas hermoso y brillante.

71 El sulfato de cobre forma sales triples con algunos sulfatos alcalinos, terreosos y metálicos. Descompone los nitratos y muriates descomponiéndose el mismo por la accion del fuego, y desprende los ácidos nítrico y muriático. Obra sobre muchas sales metálicas, que descompone por efecto de atracciones electivas dobles. Los fosfates y borates alcalinos le precipitan tambien por una atraccion doble: los carbonates precipitándose dan carbonate de cobre que se vuelve de un color verde hermoso al descubier-to. Varios metales, y sobre todo el zinc, el estaño y el hierro, le descomponen y precipitan, principalmente el último, en estado metálico, robando el oxígeno á su óxido. Las disoluciones de manganeso y de estaño le vuelven pardo, y hacen deponer el cobre en óxido pardo. De esta propiedad del hierro nos valemos, segun he dicho mas arriba, para separar el cobre de la disolucion natural de esta sal, que entónces se llama cobre de cementacion.

72 El ácido sulfuroso, segun las experiencias que hemos hecho el ciudadano Vauquelin y yo sobre los sulfitos metálicos, no ataca al cobre. Dexando á este metal por largo tiempo en contacto, y cubierto con el ácido sulfuroso, nada pierde de su brillo ni de su peso. Así hemos visto á este metal dar solo gas ácido sulfuroso con el ácido sulfúrico; y por este motivo no hay sulfite sulfurado de cobre. El óxido de este metal se une pronta y fácilmente con el ácido sulfuroso. Se hace inmediatamente esta combinacion salina, echando la disolucion de sulfite de sosa en una di-

solucion de sulfatè de cobre: en el instante que se mezclan estos dos líquidos se forma un precipitado de color amarillo de limon, y se deponen despues unos cristaliços de color blanco verdoso, que suben de color por el contacto del ayre; y evaporado despues el líquido da sulfatè de sosa. Todos los ensayes hechos sobre el precipitado amarillo y sobre la sal blanca verdosa prueban que estas dos materias son igualmente sulfite de cobre, y que el primero contiene mas metal, que es lo que le da su color de limon y su indisolubilidad. Así se ve que hay una particion desigual del oxígeno entre las dos porciones de cobre, y formacion de dos sulfites algo diferentes. Calentados uno y otro al soplete se funden, se ennegrecen, toman un color gris semejante al del *fahlertz*, y se reducen hirviendo al estado metálico: Calentado en un tubo de vidrio el sulfite verdecino cristalizado se vuelve primero amarillo y despues roxo castaño; se desprende primeramente ácido sulfuroso y despues ácido sulfúrico: una parte de esta sal queda en sulfureto gris, y otra fundida con el vidrio le pinta de un color roxo brillante. Aquí se ve al óxide de cobre ceder su oxígeno al ácido sulfuroso que se vuelve ácido sulfúrico, y pasa al estado metálico. Aunque poco soluble en el agua, el sulfite de cobre sin embargo es lo bastante para percibirse por la potasa que le precipita en copos verdecinos, y por el amoniaco que le da un color azul. El ácido sulfúrico concentrado, echado sobre los cristales de sulfite de cobre, desprende con una efervescencia extraordinaria mucho gas ácido sulfuroso, y separa una materia pulverulenta, roxo-parduzca, semejante á las heces del vino. Añadiendo agua no se vuelve á disolver este precipitado: pero si se dexa al ayre, y no se le echa agua, pierde su color, y se disuelve en el ácido sulfúrico. El oxígeno del cobre se dirige en esta experiencia sobre el ácido sulfuroso, una parte del qual convierte en ácido sulfúrico, y por esto el óxide de cobre casi pasa al estado metálico. El ácido nítrico obra igualmente sobre uno y otro sulfite de cobre, desprende gas sulfuroso y gas nitroso, y les convierte en sulfatè de cobre. Se ve que esta com-

binacion desconocida hasta el dia de los químicos, y que no se ha podido obtener inmediatamente del ácido sulfuroso y del cobre á causa de la débil atraccion de este con el oxígeno, presenta fenómenos muy interesantes, y cuya explicacion se debe á la teoría neumática.

73 El ácido nítrico se descompone bastante rápidamente por el cobre que desprende uniformemente sin agitación, violencia, ni hinchazon alguna, mucho gas nitroso que sirve para las experiencias endiométricas, sea porque el modo tranquilo, sucesivo y regular con que se escapa durante esta disolución del cobre, hace la operacion fácil y segura, ó sea porque este gas nitroso ha sido reconocido por uno de los que mejor prueban en los ensayos del eudiometro. Se comprehende bien que esta última propiedad depende de que el cobre que no es tan ansioso de oxígeno, ni le absorbe tan abundante y sólidamente como el zinc, estaño y hierro por exemplo, no descompone completamente al ácido del nitro, ni separa su radical ó el ázoe solo, de modo que el ácido nitroso esté mezclado mas ó menos con gas ázoe, como sucede con los metales que acabo de citar. Por esta misma razon la disolucion nítrica del cobre no da señal alguna de amoníaco con la cal, quando las de los metales indicados la dan tan frecuentemente: estos efectivamente descomponen por lo regular el agua al mismo tiempo que el ácido nítrico; y el cobre que no separa todo el oxígeno de este ácido, tampoco puede con mucha mas razon obrar la descomposicion del agua.

74 A medida que una porcion del ácido nítrico descompuesto cede su oxígeno al cobre, este llevado al estado de óxide se disuelve en la parte del ácido que aun no está descompuesto; se forma un líquido de color azul al principio pálido y como mezclado de polvo blanco, que se vuelve bien pronto mucho mas brillante, y del todo transparente, y el cobre que queda al fondo está oxídado de color pardo obscuro, ó negro en su superficie. Igual disolucion se logra con los óxides de cobre, que son en extremo disolubles en el ácido nítrico. Evaporada lentamente esta disolucion acre y estíptica, da cristales paralelípi-

pedos prolongados. Evaporada con ménos precaucion da unos prismas finos á manera de agujas, agrupados y apretados unos contra otros en hacecillos y á manera de radios, cuya forma no es posible determinar. Así entre los químicos unos les han descrito como prismas hexâedros, otros como tetraedros, y aun hay quien ha dicho que la disolucion nítrica de cobre no cristalizaba. El nitrate de cobre obtenido de este modo es de un azul mas brillante que el sulfate del mismo metal; es tan acre y tan cáustico que podria servir para quemar las excrescências y fungosidades de las úlceras. Es fusible á veinte y cinco ó treinta grados del termómetro de Reaumur: á medida que se seca sobre las ascuas detona ó las hace arder levemente en sus orillas; y un papel empapado en su disolucion arde y chispea despues de seco á un calor débil. El nitrate de cobre fundido en un crisol despidе mucho vapor nitroso, y algunos químicos han aconsejado destilarle para sacar ácido rutilante: despues de haber soltado su agua y su ácido en parte descompuesto, dexa un óxide de un color verde muy obscuro y brillante en su superficie, al paso que hácia su fondo ó la parte mas calentada tiene un color castaño subido. El nitrate de cobre atrae fuertemente la humedad del ayre, es muy soluble en el agua, y expuesto por largo tiempo al ayre seco, y abandonado á la evaporacion espontánea, se seca su disolucion, y se convierte en un polvo verde.

75 Las tierras y los álcalis precipitan en general la disolucion del nitrate de cobre en forma de óxide blanco azulado, que se vuelve verde al ayre. La cal muerta y echada en polvos en su disolucion no solo tiene la propiedad de conservar el azul del óxide que precipita, sino tambien de avivarle, hacerle mas azul, y quedar combinada con él baxo la forma de *cenizas azules*; género con que la Inglaterra ha abastecido sola por largo tiempo al comercio, que gasta mucho de este color para la fabricacion de papeles pintados. Pelletier describió su análisis, y publicó su preparacion en los Anales de Química. Cien partes de la ceniza azul mas hermosa de Inglaterra le dié-

ron cincuenta de cobre, treinta de ácido carbónico, diez de oxígeno, siete de cal y quatro de agua. Para prepararla prescribió hacer disolver en frio el cobre en ácido nítrico debilitado, añadir á esta disolucion polvos de cal, y revolver la mezcla para que se verificase prontamente la descomposicion; poner mas nitrato de lo que es menester para sacar puro el óxide de este metal; decantar el líquido; lavar bien el precipitado; dexasle gotear en un lienzo; tritularle despues sobre la piedra ó en un mortero con cal viva, de la que se añade poco á poco de siete á diez partes por ciento de precipitado, lo que hace pasar inmediatamente del color verde claro al azul; ensayarle para conocer su matiz, haciendo secar un poco al ayre y al sol, y si toma una tinta demasiado clara, añadir precipitado de cobre, y por último echar un poco de agua para la mezcla y trituracion, si el precipitado está demasiado seco, y sécarle al ayre. En esta operacion se habia á lo primero creido que el óxide de cobre enverdecido al ayre por sola su exposicion pasaba al color azul; ó retrogradaba en su oxidacion por su mezcla con la cal, permanecia en este estado de óxide con el auxilio de esta tierra, y absorbia con ella una parte abundante del ácido carbónico de la atmósfera. Pero aunque esta desoxidacion parcial, mirada como efecto de la cal sobre el óxide de cobre verde, pareció mantenerse por algun tiempo en este estado, sin embargo no se la creia muy durable, porque se sabia que todos los papeles pintados con esta ceniza azul tiraban al cabo á verde, y aun se volvian enteramente verdes quando se exponian por algunos meses al contacto del ayre.

76 Se admitia un efecto desoxidante mucho mas pronto aun en el amoníaco, quando empleándole para descomponer el nitrato de cobre, se observaba primeramente un precipitado pulverulento de color blanco azulado, que por la adicion de un poco mas de amoníaco desaparecia, se volvia á disolver, y daba al líquido un azul mucho mas intenso que la primera disolucion nítrica. Stahäl dixo que, tratada al fuego esta disolucion amo-

niacal, detonaba del mismo modo que el oro fulminante; pero Bergman no lo pudo conseguir. Los álcalis fixos puros tienen la misma accion; no azulean ni vuelven á disolver el óxide de cobre que separan de esta disolucion. Los sulfuretos alcalinos y los hidrosulfuretos descomponen al nitrate de cobre formando un precipitado pardo roxizo. El ácido sulfúrico descompone esta sal, y vuelve á formar con ella sulfato de cobre: la mayor parte de las sales, y sobre todo los sulfates, fosfates, borates y carbonates alcalinos, la descomponen. Varios metales, especialmente el hierro, precipitan el cobre en estado metálico robándole el oxígeno, con quien tienen mas atraccion que el mismo. Higgins observó y describió en las transacciones filosóficas tom. 63, pág. 1.<sup>a</sup>, un fenómeno muy notable producido por el estaño sobre el nitrate de cobre. Si se ponen cristales algo húmedos de nitrate de cobre dentro de una hoja de estaño, á que se da figura de un vasito, atraen la humedad del ayre; su porcion húmeda ataca al estaño, y toma un color pardo por la precipitacion del óxide de cobre; se desprende calor y un vapor nitroso abundante, y se inflama al fin con explosion, rompiéndose la hoja de estaño si es muy delgada por la especie de deflagracion que se verifica en esta experiencia. En esto se reconoce el efecto de la grande atraccion del estaño por el oxígeno, y la energía con que le absorbe, bien sea al ácido nítrico, ó bien sea al óxide de cobre.

77 Tales eran las ideas que se habian adoptado segun las nuevas bases de la doctrina neumática, y segun los trabajos del ciudadano Guyton y de Pelletier sobre el nitrate de cobre y sus diversas propiedades, quando D. Luis Proust en las investigaciones particulares que dirigió al Instituto nacional á fines del año 7.<sup>o</sup> propuso varias modificaciones á estas ideas, y presentó algunas nociones mas exáctas sobre estos compuestos cobrizos. Para comprender bien el resultado de su trabajo, no se ha de perder de vista que él solo admite un grado de oxidacion constante en el cobre quemado; sea por la accion del ayre, sea por la de los ácidos, ó sea por qualquier otro de los que se em-

plean para combinarle con el oxígeno: es necesario tener presente que, admitiendo solo el óxide de cobre á 0,20 de oxígeno ó un quinto de su peso de este principio, desecha de todo punto la distincion de los óxides pardo, azul y verde, que habia sido adoptada antiguamente por el ciudadano Guyton, y que yo mismo habia adoptado como enteramente conforme con todas las propiedades y todos los fenómenos manifestados por el cobre en sus numerosas combinaciones. Aunque yo no esté enteramente convencido de que solo haya un óxide de cobre, ya porque este metal muda constantemente de color, y pasa del pardo al azul y del azul al verde por operaciones oxídantes, ya porque toma los mismos matices en un órden inverso por los medios desoxidantes, ya porque D. Luis Proust no ha dado á conocer los medios analíticos, por medio de los cuales ha hallado siempre estos 0,20 de oxígeno en todos los óxides que dice haber examinado; sin embargo, como por otra parte yo no conozco resultado alguno preciso sobre las diversas proporciones de oxígeno de los diferentes óxides admitidos ántes del sabio químico de Madrid, echo de ver á lo ménos mas exâctitud en sus nuevos datos; y caminando con él en la suposicion de que el cobre se oxida sólo con 0,20 de oxígeno, voy á exponer los puntos principales de su trabajo sobre el nitrate de cobre y sus precipitados.

78 Destilando una disolucion nítrica de cobre se saca, segun este químico, el agua y el ácido excedente. La sal espesada se pega á la retorta á manera de una costra verde, laminosa, indisoluble, de la qual nada toma el agua hirviendo, aunque se aplique en gran cantidad; pues no lo hace sensible el hidrógeno sulfurado. Calentado fuertemente este nitrate de cobre *ad minimum de ácido* pierde este último, y se reduce á 0,67 de óxide negro. La potasa le quita igualmente en caliente su óxide, y le hace pasar al mismo estado de óxide negro, conteniendo 0,67 de este óxide, 0,16 de ácido, y 0,17 de agua. El nitrate con exceso de ácido solo contiene por el contrario 0,27 de óxide negro. Cien partes de cobre tratadas por el ácido nítri-

co, y reducidas al estado de óxide por la accion del fuego, dan ciento veinte y cinco partes de este óxide, lo que hace decir á D. Luis Proust que no es mas quemado el cobre por el ácido nítrico que por qualquiera de los otros medios. El nitrato de cobre *ad maximum de ácido* da con una pequeña cantidad de potasa un precipitado que pasa del color azul al verde, y que no es mas que el nitrato *ad minimum* ó con exceso de óxide. Si se echa por el contrario la primera sal cobrizas en la potasa bien desleida, y bastante abundante para que predomine, se tiene un precipitado voluminoso de un azul bello, sobre cuya naturaleza insiste principalmente D. Luis Proust.

79 Despues de haber hecho observar que se saca un precipitado semejante de todas las sales cobrizas echadas sobre una lexía de potasa cáustica, que les quita todo su ácido, le llama *hidrate de cobre*, y trata de probar por experiencias que no es mas que una combinacion de óxide á 0,20 de oxígeno y agua. He aquí los hechos que le han conducido á este resultado y á esta denominacion. Este compuesto de un azul bastante hermoso, parecido al de la ceniza azul, ni es seco ni verdaderamente pulverulento; es consistente y levemente craso como el azul de Prusia (42). Extendido sobre un papel y calentado pierde poco á poco su agua constituyente, se descolora, tira á verde, y se convierte por fin en óxide negro. Aunque inalterable en su estado de sequedad, se oscurece, se descompone lentamente baxo del agua, pierde parte de su volúmen, y se vuelve óxide negro acelerando la luz del sol esta descomposicion. Destiladas cien partes de este compuesto dan veinte y quatro de agua, y dexan setenta y cinco de óxide; estas veinte y quatro partes de agua, echadas sobre el óxide al salir de la retorta, le humedecen sin hacerle otra vez pasar al estado azul primitivo. Es soluble en todos los ácidos sin efervescencia; se vuelve sal *ad minimum* de ácido en las disoluciones de las sales cobrizas *ad maximum*; se disuelve en la potasa cáustica y en el carbonato de potasa; desprende el amoníaco del muriato amoniacal húmedo, con que se le tritura y se disuelve fácilmente en



el amoníaco. Las cenizas azules no son mas que hidrate de cobre obtenido por medio de la cal, y este compuesto existe verosímilmente en las minas de este metal. D. Luis Proust infiere de todas estas propiedades que el precipitado en cuestión es un compuesto del óxide de cobre con el agua despojada de su calórico específico, como sucede siempre que esta se eleva, segun la expresion del autor, del estado de simple mezcla al de combinacion. Los principios y las razones de esta conclusion estan fundados sobre tres hechos principales; á saber: 1.º que Don Luis Proust no ha hallado otro óxide de cobre que el de 0,20 de oxígeno: 2.º que el agua echada sobre este óxide no hace mas que humedecerle sin mudar su color negruzco; y 3.º que este óxide no se vuelve azul ó verde sino en una combinacion qualquiera. Es evidente que esta consecuencia no puede ser admitida hasta que se pruebe bien que en efecto solo hay un óxide de cobre; que este metal solo puede hallarse en este estado de oxidacion en qualquier compuesto que entre; y que el color pardo azul ó verde no es un indicio de diversos grados de oxidacion, como se habia creido hasta aquí, sino verdaderas combinaciones. Las dudas que se pueden tener sobre estos tres principales resultados, y que no me parecen desvanecidas por las experiencias descritas en la Memoria de D. Luis Proust, me impiden admitir enteramente su hidrate de cobre, género de combinacion de un óxide metálico con el agua, que no es análogo á otro compuesto alguno conocido, y cuya terminacion en *ate*, propuesta por el profesor de Madrid, nos indicaria, quando su existencia estuviese probada, una relacion demasiado directa con los compuestos de los ácidos poderosos. Este punto merece pues ser reconocido de nuevo, y examinado con mucho cuidado por los químicos; porque si sus indagaciones ultteriores convienen con las de D. Luis Proust, deben adoptarse tambien por lo que toca á las demas substancias metálicas, que deben presentar combinaciones análogas (43).

80 El ácido muriático ataca al cobre, y le disuelve quando está concentrado, y se le auxilia con el calor; se

produce una débil efervescencia y un leve desprendimiento de gas hidrógeno durante esta disolucion. Como solo puede verificarse con la ayuda del fuego, se volatiliza una porcion de ácido muriático en gas; y los primeros físicos que han examinado los fluidos elásticos producidos durante las diversas disoluciones metálicas, no indicáron mas que este gas. No obstante se descompone el agua, y el cobre parece oxidarse mas, ó á lo ménos pasar á otro estado diferente del que le comunican los ácidos sulfúrico y nítrico, pues pasa al verde, siendo así que es azul en estas dos últimas combinaciones. De este modo se saca una disolucion de color verde muy hermoso, que la distingue de las del sulfate y nitrato de cobre, y se consigue inmediatamente sin movimiento, calor y efervescencia, quando se echa el óxide de cobre verde ó azul en el ácido muriático, aunque sea algo debilitado. Evaporando esta disolucion muriática de cobre da, luego que se espesa, y se dexa enfriar lentamente, unos cristales prismáticos, quadrados, prolongados, ó agujitas largas y apretadas unas contra otras en hacecillos confusos, y de un color verde de prado muy brillante y alegre. Esta sal es muy agria y cáustica, se funde á un calor suave, y enfriándose forma una sola masa, y no se descompone ni desprende ácido muriático sino en fuerza de un fuego muy fuerte y continuado por largo tiempo. Atrae fuertemente la humedad del ayre, y se vuelve al instante como un aceyte espeso. No se altera por los ácidos sulfúrico y nítrico; humea mucho quando se la acerca al vapor amoniacal; los reactivos alcalinos la descomponen y precipitan un óxide blanco azulado, que se vuelve verde al ayre; la cal la conserva su primer color, y forma con ella una ceniza azul hermosa. El amoníaco la vuelve á disolver en un líquido azul, algo ménos brillante, aunque no sucede así con el sulfate y nitrato de cobre. Varios metales, especialmente el zinc y el hierro, precipitan al cobre en estado metálico; y las disoluciones sulfúrica y nítrica de la mayor parte de los metales blancos forman con su disolucion sulfates y nitrates de cobre y muriates metálicos blancos indisolubles.

81 A estos hechos generalmente reconocidos en el muriate de cobre por todos los químicos que han trabajado sobre él, debo añadir las últimas observaciones de Don Luis Proust. Despues de haber purificado y cristalizado la sal por el alcohol, la descompuso por la potasa y el nitrato de plata: la primera le indicó la proporcion de óxíde, y el segundo la del ácido muriático, y halló quarenta partes de óxíde negro de cobre, veinte y quatro de ácido y treinta y seis de agua. Segun él se puede destilar esta sal en seco sin hacerla sufrir alteracion alguna; pero apretando mas el fuego, una parte de su ácido pasa en forma de ácido muriático oxígenado, el cobre baja de 0,25 de oxidacion á 0,17, y forma un muriate blanco particular. Segun esta sola observacion del profesor de Madrid ¿no se puede creer, contra su propio parecer, que el cobre es susceptible de varios grados de oxidacion; que á esto se debe el ácido muriático oxígenado que se saca en la experiencia que cita, y que si en este caso se desoxída el metal, hay motivo para creer que presenta igual fenómeno en otras varias circunstancias? El muriate de cobre, tratado con un poco de potasa, da un precipitado verde de muriate *ad minimum* de ácido; y si este álcali predomina se saca el óxíde azul, que D. Luis Proust llama hidrate de cobre. Este metal tratado con el ácido nitro-muriático da espontáneamente en forma de polvo verde un muriate *ad minimum* de ácido, que contiene, segun este químico, setenta y nueve partes de óxíde negro, doce y media de ácido muriático y ocho y media de agua. Con este motivo da el análisis de dos muriates de cobre nativos, uno de Chile y otro del Perú: el primero contiene setenta y seis de óxíde negro, diez de ácido y doce de agua; y el segundo setenta de óxíde, once de ácido y diez y ocho de agua: tratados por el fuego y la potasa dan iguales resultados, aunque en diferente cantidad que el muriate artificial de cobre.

82 El ácido muriático oxígenado oxída al cobre, le disuelve sin efervescencia, y forma una sal verde semejante á la anterior. No se conoce combinacion alguna entre

el ácido muriático oxígeno y el óxido de cobre, ó muriate alguno sobreoxígeno de cobre; por el contrario se nota que, destilando ácido muriático ordinario sobre el óxido verde de cobre, se desprende por la acción del fuego ácido muriático oxígeno, como hemos observado en la historia de la arena cobriza del Perú, la que por la destilación, y á medida que el ácido muriático oxígeno se desprende, dexa un óxido de cobre pardo, ó muy próximo al estado metálico. Esta observación ha sido confirmada después por D. Luis Proust.

83 El ácido fosfórico no se descompone por el cobre; pero quando permanece algun tiempo sobre este metal, favorece su oxidación por el agua ó el ayre, y se forma un fosfato de cobre poco soluble. Se consigue inmediatamente esta sal echando en la mayor parte de las sales precedentes disoluciones de fosfates alcalinos. Hay entonces una doble descomposición, y el ácido fosfórico se dirige sobre el óxido de cobre, con el qual forma un precipitado de fosfato cobrizo verdecino casi indisoluble. No se han examinado aun las propiedades de esta sal: únicamente se sabe que calentada con carbon en un crisol da fosforeto de cobre gris brillante, y que esta combinación es la que se halla muchas veces en granalla en el residuo de la destilación del fósforo, quando se ha hecho con ácido fosfórico evaporado en vasijas de este metal, como he apuntado mas arriba. Tampoco es mas conocido el fosfite de cobre.

84 El ácido fluórico oxida fácilmente, y disuelve al cobre, y su oxidación se verifica, como por el ácido muriático, á costa del agua que se descompone, y le cede su oxígeno. Tampoco se han examinado las propiedades de esta combinación. Lo mismo sucede con la que el óxido de cobre puede formar con el ácido borácico, la que se saca con particularidad echando disoluciones borácicas en las del cobre por la mayor parte de los ácidos anteriores. Entonces se forma un precipitado verdecino, poquísimo soluble, que descomponen todos los ácidos, y al qual quitan el óxido de cobre.

85 El ácido carbónico no tiene acción sobre el cobre ni en su estado de gas ni en el de líquido. No obstante es absorbido prontamente por los óxides azul ó verde de este metal, y esto es lo que acontece en la oxidación natural del cobre, en la formación del cardenillo, que no es mas que un carbonato de cobre, en la del verde de montaña, del cobre sedoso y la malaquita, que son una misma sal en diferentes estados de aproximación, densidad y cristalización. Así se ve con qué rapidez se verifica esta unión en la precipitación de las diferentes sales de cobre por los carbonates alcalinos, y cuánto ácido carbónico absorbe el óxide de cobre; pues quando se precipita no hace efervescencia alguna. El análisis de los carbonates de cobre nativos prueba que contienen mas ácido carbónico que las otras sales metálicas formadas por el mismo ácido. D. Luis Proust ha hallado que cien partes de cobre disueltas en un ácido daban por el carbonato de potasa ó de soda ciento ochenta de carbonato de cobre verde, que contenian ciento de cobre, veinte y cinco de oxígeno, quarenta y seis de ácido carbónico y diez de agua. Para preparar esta sal con un color brillante y homogéneo se la ha de precipitar con agua hirviendo, colocar el vaso al sol, y lavarle con mucho cuidado. El carbonato de cobre nativo está formado con las mismas proporciones que el carbonato artificial.

86 Los ácidos metálicos tienen una acción mas ó menos notable sobre el cobre. Scheele describió la del ácido arsénico de un modo bastante exácto. Haciendo digerir este ácido con agua sobre el cobre, se hace una disolución verde, y se precipita un polvo de color blanco azulado, formado de ácido arsénico y óxide de cobre. Calentada una parte de limaduras de cobre en una retorta con dos de ácido arsénico seco, se funden fácilmente, se sublima ácido arsenioso al cuello de este vaso, y queda una masa fundida azul, soluble en el agua, que precipita un polvo blanco. Los arseniates alcalinos precipitan de color azul todas las demas disoluciones de cobre. Este arseniate de cobre se funde en un crisol á un fuego fuerte en una esco-

ria parda, que calentada con carbon da arsénico sublimado y cobre puro. El arsénite de potasa, que Macquer llamaba *hígado de arsénico*, echado en una disolucion de sulfato de cobre, forma un precipitado de un verde muy precioso, que Scheele propuso para la pintura porque no se muda al ayre, y llaman *verde de Scheele*. Es un verdadero arsénite de cobre, y he aquí las dosis y el método que el químico sueco ha recomendado para esta útil preparacion: disolver en caliente libra y media de sulfato de cobre en diez y seis azumbres de agua; derramar poco á poco esta disolucion caliente en otra disolucion igualmente cálida de libra y media de potasa y diez onzas de ácido arsenioso en cinco azumbres de agua; revolver la mezcla, dexarla posar por algunas horas, decantar el líquido claro, lavar bien el precipitado indisoluble con agua caliente, secarle despues á un calor suave, y conservarle para el uso, con cuyas dosis se saca casi una libra y dos onzas de precipitado verde. Las aguas decantadas de esta operacion es menester arrojarlas adonde no pueda acercarse animal alguno, pues contienen arsénico en disolucion.

87 El ácido túnstico no se combina con el cobre sino quando está oxídado, y precipita al sulfato de cobre de color blanco. No se conoce todavía la combinacion del ácido molíbdico. El ciudadano Vauquelin en su descubrimiento del cromo y ácido crómico halló que precipitaba al nitrato de cobre de color roxo castaño, que es el del cromate de este metal.

#### I. *Accion sobre las bases salificables y las sales.*

88 Entre las tierras y el cobre no hay otra accion ni otra union que la que se saca por medio de la fusion vidriosa: las mas veces se forma un vidrio de color verde hermoso, y algunas es roxo castaño, ó pardo mas ó ménos lustroso, lo que depende únicamente del estado del óxido que se toma para esta vitrificacion. Se gasta casi siempre en las fábricas de porcelana, de loza y vidrios de color para sacar diferentes matices de verde.

89 Los álcalis fixos disueltos en el agua, y puestos en digestion con limaduras de cobre, y dexados despues enfriar sobre este metal favorecen su oxidacion; se pintan levemente de azul, y el cobre mismo toma este color; pero se disuelve muy poco, y apenas se pueden encontrar rastros de él en los líquidos que sobrenadan; ademas de eso deponen prontamente la pequeña porcion de óxide de cobre que tienen en disolucion. En estas operaciones se nota que el contacto del ayre contribuye mucho á la oxidacion del metal, pues si se hace en vasos cerrados es muy débil, ó apenas se verifica.

90 El amoníaco es el que presenta una accion mas notable sobre el cobre entre todas las materias alcalinas. Todos los químicos han descrito esta accion: puesto el amoníaco líquido en digestion sobre limaduras de este metal, toma con ayuda del contacto del ayre un color azul de los mas hermosos. Sin embargo solo disuelve una pequenísima cantidad de óxide cobrizo. Yo he observado los fenómenos de esta oxidacion y disolucion por espacio de un año; pues habiendo puesto en un frasquito amoníaco líquido y limaduras de cobre, y destapado á menudo el vaso para facilitar de quando en quando al líquido el contacto del ayre, he visto que al cabo de algunos meses, y despues que el líquido tomó un color azul brillante en varias veces sucesivas, estaba cubierta de un óxide azul la superficie del metal; las paredes del vaso estaban cubiertas de un óxide de cobre azul claro, y su parte inferior, donde estaban todavía la mayor parte de limaduras de cobre, presentaba baxo la capa azul ligera, que le cubria un polvo pardo claro, cuya superficie era amarillenta; de manera que el metal parecia hallarse en dos estados de oxidacion, ó ser un óxide combinado y alterado de dos modos diferentes. Reconocí que si el líquido se descoloraba en el frasco tapado, lo que nunca llega hasta volverse blanco y sin color, se debía á la precipitacion de una parte del óxide de cobre; y que si volvía á tomar un color mas obscuro al ayre, era porque absorbía una porcion de oxígeno: el cobre se hacia soluble en el amoníaco, y

tomaba por esta disolucion el hermoso color azul que le caracteriza. Si en vez de dar y quitar alternativamente el contacto del ayre á este líquido, se toma en un estado fixo de coloracion, y se le encierra en un vaso que llene completamente, nada pierde de su matiz, y se conserva absolutamente en el mismo estado que se tomó. Esto es lo que sucedió en la experiencia en que Mr. Waserberg puso esta disolucion azul clara en un matracito ó tubo soplado en bola, llenándole bien, y cerrándole herméticamente; en nueve meses no padeció alteracion alguna de color este líquido, y la razon de ello se ve en lo que acaba de exponer.

91 Evaporando lentamente la disolucion amoniacal de este cobre se separa en forma de gas la mayor parte del amoníaco, y queda solo fixada la menor con el óxide de cobre, de la qual dicen varios químicos que puede dar cristales transparentes de un azul hermoso, semejantes al azul nativo de cobre; pero hay una gran diferencia entre estos dos cuerpos; y algunos químicos modernos aseguran que la disolucion amoniacal de cobre puro no cristaliza jamas, y que se han confundido las mezclas de sales ácidas cobrizas, precipitadas y vueltas á disolver por el amoníaco, que dan realmente cristales de sales triples. Y en efecto esta disolucion pura expuesta al ayre se seca y vuelve de un color verde mas ó ménos brillante, á medida que el amoníaco disipado dexa aislado al óxide que absorve poco á poco al ácido carbónico de la atmósfera. Esta misma disolucion cobriza amoniacal, lo mas cargada que ser pueda, dexa solo algunos vestigios de un precipitado gris azulado por los ácidos; y á poco que estos excedan, hacen desaparecer todo el bello color azul, y le dan un verde muy baxo.

92 El óxide de cobre verde, puesto en contacto con el amoníaco, pasa al instante al color azul. Esta accion que se ha tenido por un principio de desoxídacion, y que podría solo ser una simple union del amoníaco, es mucho mas fuerte, y pasa mas adelante quando se emplea para ello el calor. Entónces se desprende gas ázoe; el hidró-



geno del amoníaco se dirige sobre el oxígeno del óxide, y forman juntos agua; el óxide pasa al color pardo, y por último al estado metálico. El ciudadano Bertollet se valió de esta experiencia para hallar la naturaleza del amoníaco, y determinar la proporcion de sus principios por la del ázoe desprendido en forma de gas.

93 Aunque el cobre se toma fácilmente, y cria cardenillo por las disoluciones de las materias salinas que le cubren, ó en que se sumerge, tiene sin embargo una acción muy débil sobre la mayor parte de las sales. No descompone los sulfates en frio ni en caliente. Dexado, ó mas bien hervido con la disolucion de alumbre, se oxida, y disuelve en parte á causa del ácido sulfúrico excedente que contiene esta sal. Por otra parte parece que el sulfate de cobre que se forma en este caso se une en sal triple al sulfate de alúmina y de potasa, como hace igualmente con los sulfates de zinc y de hierro. Por eso la alúmina precipitada del alumbre, cuya disolucion ha permanecido algun tiempo en vasijas de cobre, tiene un leve color azul.

94 Los nitrates, especialmente el de potasa ó nitro comun, queman al cobre y le oxidan, pero sin inflamación y detonación sensibles: únicamente hay algunos leves centelleos quando el cobre está fundido ó rusiente, ó quando se echan limaduras de cobre finas sobre nitro derretido en un crisol. Se forma por este medio un óxide de cobre pardo mezclado de potasa; si se lava con agua, el álcali se disuelve, y solo queda el óxide de cobre puro que se prepara así para algunas artes, sobre todo para los esmaltes. Esta especie de óxide se funde fácilmente en vidrio pardo ó castaño.

95 Se asegura en muchos libros de Química que la disolucion de muriate de sosa disuelve al cobre por la ebullicion; Heller calculó que ocho onzas de sal habian disuelto veinte granos de cobre; Valerio notó que este metal fundido con el muriate de sosa, y expuesto luego al ayre, se cubria prontamente de cardenillo, y todo el mundo sabe que la sal guardada por algun tiempo, y hu-

medecida en vasijas de cobre, las cubre de cardenillo con mucha facilidad; pero este efecto se debe mas bien al agua y al ayre que á la sal, y así esta no padece alteracion en sus principios.

196. El muriate de amoníaco se descompone por el cobre con auxilio del calor; se desprende gas hidrógeno y gas amoníaco, y queda por producto un muriate de cobre. El amoníaco líquido, que hace tambien parte de él á causa del agua contenida en la sal, se colora siempre de azul por un poco de óxide de cobre que disuelve. La disolucion de muriate de amoníaco obra tambien sobre el cobre, y se colora de azul siempre que se la dexa permanecer en vasijas de este metal. El óxide de cobre descompone igualmente por la destilacion al muriate de amoníaco, y aun da carbonate de amoníaco si contenia ácido carbónico.

197. En la farmácia se hacen dos preparaciones con el muriate amoniacal y el cobre. La una, que lleva el nombre de *as Veneris* ó *flores amoniacales cobrizas*, no es mas que esta sal colorada por un poco de muriate de cobre. Para sacarla se sublima el muriate de amoníaco con  $\frac{1}{60}$  de su peso de óxide de cobre verde poco mas ó ménos

en dos barreños puestos uno sobre otro, ó en un vaso de vidrio cubierto con qualquiera otra vasija de barro: en este caso se descompone solamente muy poco muriate amoniacal, y el que se sublima arrastra consigo el poco muriate de cobre que se ha formado. La otra preparacion farmacéutica se llama *agua celeste* por su hermoso color azul. Se dexa permanecer por diez ó doce horas una cantidad qualquiera de agua de cal con un sexto de su peso de muriate de amoníaco en una vasija de cobre: la porcion de amoníaco desprendida por la cal, disuelve algunas partículas de cobre, y colora todo el líquido del hermoso azul, con que se conserva constantemente esta disolucion. Se puede hacer el agua celeste en un vaso de vidrio añadiendo limaduras ó virutas de cobre, ó el óxide de este metal al agua de cal y al muriate de amoníaco.

98 El muriate sobreoxígenado de potasa quema muy prontamente, y aun inflama el cobre por el contacto de un cuerpo encendido ó una ascua, aunque no por el choque ó compresion.

99 Los fosfates, fluates, borates y carbonates no tienen otra accion sobre el cobre que la del agua en que se hallan disueltos; y esta accion, como otras muchas de las que hemos descrito hasta aquí, es auxiliada regularmente por el contacto del ayre.

#### K. Usos.

100 No hay metal despues del hierro que sea mas útil que el cobre, al qual cede por no tener todas las propiedades y estados variables que él. Todo el mundo sabe que se hacen una multitud de instrumentos y utensilios con el cobre, y se fabrican especialmente con él las vasijas que se exponen muy á menudo al fuego, porque se altera mucho ménos que el hierro, y porque es al mismo tiempo mas fácil de trabajar. Sus aleaciones con el zinc y estaño se gastan para un gran número de necesidades de las artes y de la vida; pero por desgracia este metal, sin el qual no podemos pasarnos, obra como veneno sobre la economía animal, es uno de los cuerpos que mas amenazan nuestra existencia, y seria de desear que á lo ménos se proscribiese en los usos económicos y domésticos. Ya se ha prohibido por leyes sabias en la venta de la sal, de la leche y otros alimentos; pero será muy difícil substituir, segun se ha propuesto, vasos de hierro batido á la batería de cobre de las cocinas. Las fuentes, reservatorios, llaves y tubos hechos con este metal ó sus aleaciones no son ménos peligrosos que las cácerolas, y aun acaso mas perniciosos, porque se les cuida ménos que á estas vasijas que se ven de una ojeada por todos lados, y sirven muchas veces al día; y así nunca es demas el cuidado, la atencion y la prudencia en el uso de todos los utensilios de cobre. Mas adelante se verá que sus óxides son muy susceptibles de disolverse en las grasas, los aceytes y la mayor parte de los

cuerpos crasos que sirven para condimentar nuestros alimentos; y así el baluarte mas seguro que podemos oponer á tan terrible enemigo es un estañado freqüente. Con mayor motivo se debe desterrar tambien de toda materia medicinal interna, y ni aun al exterior se debe aplicar sino en circunstancias raras, dexándole permanecer muy poco tiempo sobre el cútis como tópico, quando esté indicado ya como leve caterético, ya como desecante.

101 A pesar de los riesgos del cobre tan terribles y conocidos se ha propuesto, y aun algunos médicos recetan interiormente el sulfato de cobre, el óxido de cobre amoniacal y las flores amoniacales cobrizas, pasando hasta atribuirles propiedades muy enérgicas y sucesos casi maravillosos en las enfermedades mas difíciles de curar, como el cáncer, la perlesía, los tumores interiores, la disphagia &c.; sin embargo los médicos mas sabios y prudentes temen con razon el uso de estos remedios siempre peligrosos y rara vez útiles, prescribiéndoles aun exteriormente con la mayor circunspeccion.

102 . Ademá de los usos tan varios y multiplicados del cobre en forma metálica se gastan varias minas y preparaciones de este metal en un gran número de artes. Los sulfuretos piritosos sirven para la fabricacion del sulfato de cobre por su eflorescencia espontánea y lexivacion; tambien se fabrica quemando una mezcla de azufre y cobre. Se cortan y pulimentan las malaquitas para dixer y adornos; se alea continuamente el cobre con el zinc y estaño para fabricar laton, fundir estatuas, campanas y cañones de artillería &c. Sus diversas sales y óxidos entran en la preparacion de los colores para pintar; de los baños, aparejos y mordientes para teñir; de los esmaltes, y barnices para la loza y porcelana, y en fin de los vidrios colorados.

## ARTICULO XX.

*De la plata..*

## A. HISTORIA.

1 **L**os quatro últimos metales que acabamos de examinar pertenecen al género quarto de estos cuerpos, á saber, los que son al mismo tiempo muy dúctiles y fácilmente oxidables; los tres últimos, cuya historia nos resta dar, forman el quinto y último género por sus propiedades en grado eminente dúctiles, y difícilmente oxidables; por eso se las ha distinguido siempre de todas las demas materias metálicas, llamándoles *metales perfectos*, á causa de estas dos propiedades que reunen en tan alto punto. Los alquimistas se formaron ideas muy singulares de ellos; les miraban como las substancias mas metalizadas, como los últimos y mas perfectos términos de la metalizacion, como los metales sobre que la naturaleza habia agotado todas sus fuerzas, y derramado en algun modo todo su poder: despues de haberle ensayado sobre todas las demas substancias metálicas anteriores: así en su arte siempre quimérico, aunque siempre lleno de esperanzas, pretendian imitar á la naturaleza, perfeccionando con largos y continuos trabajos los metales imperfectos, añadiéndoles por una parte lo que les faltaba, quitándoles por otra aquella especie de acritud ó cuerpos extraños que tenian demas, y madurándoles, digamoslo así, por su incubacion filosófica.

2 La plata conocida de los pueblos antiguos, y cuyo descubrimiento respecto á su época se ha perdido en la memoria de los hombres, se hizo bien pronto objeto de las indagaciones y trabajos de un gran número de artistas y sabios á causa de su escasez, su belleza, y todas sus demas propiedades útiles. No es de extrañar que unos hombres que sabian hacer tomar tantas y tan diversas formas á las substancias metálicas, y que imitaban en las aleacio-

nes la blancura y algunas propiedades de la plata, hayan tenido la idea de crear artificialmente este metal precioso desde tiempos muy remotos. Comparándole con los demas metales blancos les parecia que solo se diferenciaba de ellos en algunas qualidades que no debia ser imposible comunicarle á los otros. De aquí la antigüedad de la transmutacion de los metales blancos en plata, y todos aquellos trabajos á que se dedicaron los alquimistas sobre este mismo metal. Sin desanimarse por sus primeras tentativas infructuosas, á medida que este precioso metal se hizo entre los hombres signo representativo de todos los demas objetos, de todas las producciones de la industria, y aun de las del ingenio, los alquimistas redoblaron sus esfuerzos; y si sus experiencias y laboriosas investigaciones no tuvieron el buen éxito que ellos esperaban, no se perdiéron enteramente; porque de todos estos ensayos desgraciados, recogidos y amontonados á fuerza de trabajos de algunos siglos, sacaron los químicos todos los hechos que han servido para su historia, y no han tenido, digámoslo así, otro trabajo mas que hacer, que disponer en un orden metódico, y describir con claridad los fenómenos que este metal habia presentado en aquella multitud de tormentos á que los alquimistas le sujetaron.

3 Mientras que los alquimistas llamando á la plata *Luna* ó *Diana* la distinguian por aquel signo que consagraban á este planeta, como una especie de semioro, que representaban por dos líneas semicirculares puestas en un mismo sentido con las puntas hácia la izquierda, de modo que bastaba dar una vuelta á la curva interior, y unirla con la exterior para componer la figura circular, signo característico del oro, y último término de la perfeccion metálica, al qual la creian ya muy próxima, pues solo faltaba desenvolver una de sus partes para hacerla pasar á este estado de oro: los docimastas y metalurgistas, mas prudentes y útiles, trabajaban sin descanso en purificar la plata, separarla completamente de todos los demas metales, conocerla bien en su estado de pureza, extraerla sin pérdida del gran número de minerales en que

la ha puesto la naturaleza, y alearla con otros metales para darles algunas propiedades útiles, y hacerles participantes de sus buenas qualidades. Sus importantes trabajos coronados felizmente por la multiplicacion de la plata en la sociedad, y la extension de sus muchos usos, no han servido ménos á los químicos para levantar el sistema de su ciencia. Las operaciones farmacéuticas, aunque ménos numerosas sobre la plata que sobre los demas metales, han aumentado tambien los conocimientos químicos sobre este metal; y de este conjunto de trabajos se ha formado poco á poco su importante historia.

4 La plata ha ocupado en particular á un gran número de químicos. Henckel, Cramer, Lehman, Kunkel, Hellot y Tillet &c. la han considerado como ensayadores y metalurgistas; Bergman ha examinado y analizado con atencion sus minas por la via húmeda. Lewis hizo un tratado particular de ella con relacion á sus usos en las artes. La Química neumática francesa ha aclarado singularmente sus propiedades; y con su auxilio el ciudadano Van-Marum halló el medio de quemar la plata por la chispa eléctrica fulminante, y determinó su oxidacion al foco de los espejos ustorios, entrevista y anunciada tímidamente por Homberg y por Macquer; ella ha explicado tambien su difícil combustion y su fácil reduccion, y ha hecho descubrir al ciudadano Bertollet la singular y casi pasmosa preparacion de la plata fulminante; y al paso que sus propiedades han sido mejor conocidas y explicadas que lo que habian sido hasta aquí, han engrandecido igualmente el dominio de la ciencia y la doctrina neumática.

### *B. Propiedades físicas.*

5 La plata es de un color blanco hermoso y de un lustre muy vivo. Sea bruñido ó sea mate, es el metal mas bello que se conoce, y aun aventaja al oro en esta propiedad; porque en general agrada á todos mucho mas que ninguna otra substancia metálica. No hay metal que llegue á su brillo; ocupa el quinto lugar entre ellos por su densidad

y pesantez específica, pues está despues del platino, oro, tungsteno, mercurio y plomo. Se representa su pesantez por 10,474 segun el ciudadano Guyton. Muschembroeck la regulaba de 11,091 en uno de los pedazos mas densos, y de 10,253 en uno de los mas ligeros; y Boerhaave de 10,535 á 11,087. Estas diferencias del *minimum* al *maximum* dependen del estado de fusion de la plata forjada.

6 Por su dureza se coloca entre el hierro y el oro, la qual aumenta por la accion del martillo ó la presion. Su elasticidad es bastante para que se ponga entre el oro y el cobre por lo que hace á esta propiedad. Es uno de los mas sonoros, y quando se le hiere dexa percibir un sonido muy agudo; por eso hice notar en la historia de las aleaciones del cobre, que algunas veces se añadia al metal de campanas.

7 La ductilidad de la plata es una de sus propiedades mas notables, en la que sigue inmediatamente al oro y al platino. Se hacen con ella unas hojuelas tan delgadas que las lleva fácilmente el ayre, y unos hilos de tan suma delicadeza, que en la física se sirven del exemplo de la plata para probar la divisibilidad de la materia. Un grano de plata puede extenderse, sin dexar de ser firme, lo bastante para hacer un vaso hemisférico que contenga una onza de agua y un hilo de quatrocientos pies de largo. Sobre esta asombrosa extensibilidad está fundado el arte del batidor de oro y plata. Ocupa el segundo lugar despues del oro por lo que hace á su tenacidad y resistencia en quebrarse: un alambre de este metal de un décimo de pulgada de diámetro sostiene un peso de doscientas setenta libras sin romperse, ántes de lo qual se alarga mucho. La plata se templea y endurece por todo género de presion; pero vuelve á tomar fácilmente su primera ductilidad por la accion del fuego.

8 La plata es muy buen conductor del calórico, y se calienta muy prontamente. Su dilatabilidad por el fuego es algo menor que la del plomo y el estaño, y mayor que la del hierro. Quando la plata es tratada por el calor, y



se aumenta el fuego hasta ponerla candente, se ablanda y derrite. Su fusibilidad se reguló por Mortimer al grado milésimo del termómetro de Fahrenheit. El ciudadano Guyton la regula á los veinte y tres del pirómetro de Weedgwood. Si luego que está la plata fundida se dexa enfriar lentamente, presenta en su superficie una especie de mallas y hojas de helecho que anuncian una cristalizabilidad bien decidida. Yo la he visto algunas veces presentar en la superficie de los botones de copela unas láminas hexáedras. Si se rompe se ve su textura granugienta que depende de esta misma propiedad. Mongez el menor y Tillet han llegado á conseguirla cristalizada en pirámides quadrangulares ó en octaedros, haciendo salir una porcion líquida de una gran masa de plata fundida; é igual figura presenta en la naturaleza, como veremos mas abaxo.

9 Si se aumenta la cantidad del calórico quando la plata está fundida, hierve verdaderamente, y se reduce á vapor: por esto se halla condensada en granos ó globulillos en las chimeneas de las casas de moneda y de los plateros. Quando la plata está bien fundida es tan brillante su superficie por la luz que reflexa, que cree uno ver salir chispas de ella, y en el arte del ensayador se llama este fenómeno *relámpago* ó *resplandor*. Si se tiene fundida por algun tiempo al foco de un espejo ustorio, se ve elevarse en vapor, hirviendo y moviéndose circularmente; y expuesta á este vapor una hoja de oro se cubre prontamente de una capa de plata mate, que puede bruñirse por la presion. El ciudadano Darcet ha notado constantemente que, exponiendo plata pura en crisoles de porcelana al fuego de la fábrica de Sevres, se dilataba y esponjaba con tanta fuerza que se rompian los crisoles.

10 La plata es muy buen conductor de la electricidad y del galbanismo, y sirve grandemente para estos dos géneros de experiencias. No tiene olor ni sabor perceptibles; tampoco produce efecto alguno sobre la economía animal, y si no puede considerarse como peligrosa para la salud, tambien debe contarse en el número de las substan-

cias perfectamente inertes, y que no gozan de propiedad alguna medicinal.

### C. *Historia natural.*

11 La naturaleza no presenta la plata con tanta abundancia, ni en tantos lugares, ni en tan grandes masas como la mayor parte de las demas substancias metálicas, y aun el número de las especies que se pueden distinguir entre las minas de este metal es infinitamente mas limitado que el que se debe reconocer en casi todas las demas. Los mineralogistas, que tambien aquí han tomado sus variedades por especies, han cometido otro error mas, y es haber seguido servilmente los desaciertos y modo de ver de los mineros; pues mirando estos como minas de plata todas las que pueden dar este precioso metal, sean de la naturaleza que quieran, han tenido por tales á las que son verdaderas minas de cobalto, zinc y plomo, y de aquí viene que en sus obras tan abultadas hay muchas cosas duplicadas, obscureciéndose de este modo la historia natural de la plata (44).

12 Bien convencido de este manantial de errores he adoptado solamente cinco especies de minas de plata, muy diferentes unas de otras, las mismas que ha designado el ciudadano Haüy en el bosquejo de su mineralogia; y así distingo con él:

- A. La plata nativa.
- B. La plata antimoniada.
- C. El sulfureto de plata.

Estos tres contienen la plata en estado metálico.

D. El sulfureto de óxide de plata y antimonio.

E. Y en fin el muriate de plata.

Seguiré esta division de las cinco minas de plata, y referiré á ellas como variedades algunas pretendidas especies. Estas cinco no presentan óxide alguno de plata aislado.

13 La *plata nativa*, fácil de reconocer por su color, ductilidad y pesantez, está muchas veces empañada, y es gris y negruzca; pero se la restituye pronto su brillo por

medio de la presión. Se halla con muchas variedades de figura; á veces en masas irregulares ó en riñones, y á veces en forma capilar ó pequeños alambres retorcidos, en hojas, en redes como telas de araña, en vegetaciones, en octaedros agrupados, en figura de plumas ú hojas de helecho y en cubos. Frecuentemente se halla sembrada en una ganga quartzosa, y alguna que otra vez en tierras arcillosas; tambien tiene por gangas algunas otras minas, sobre todo las de cobalto. Se encuentra con particularidad en el Perú, en México, en lo interior del Africa, en Konsberg de Noruega, en Johan Georgenstadt, y en Ehreynfriedersdorf de Saxonia, y en Santa María y Allemont de Francia. Aunque este metal nativo esté acertadamente colocado en esta primera especie, se ha de notar que la plata no se halla en ella bien pura, y que se podrian distinguir algunas variedades como aleaciones; porque efectivamente la plata nativa suele contener oro y cobre en íntima combinacion. Mas no debe á la verdad confundirse con esta aleacion natural la mezcla de plata con moléculas de otros metales, mezcla que en este caso es solo accidental, susceptible de muchas modificaciones, y de que no se deben hacer en la mineralogia otras tantas variedades.

14. La *plata antimoniada*, ó la mina de plata blanca antimonial de Romé Delisle, y de la mayor parte de los mineralogistas, es muy parecida á la plata nativa en su color y lustre. Aunque su color se halle á veces alterado por una tinta amarillenta ó roxiza, y aunque su superficie se halle cubierta de una película negruzca y mate, la mas leve fractura la restituye su brillo que iguala á veces al de la plata bruñida. Su textura laminosa y su fragilidad la distinguen de la plata nativa. Su pesantez específica, segun el ciudadano Haüy, llega á 9,440. Se halla en prismas acanalados que se acercan al hexáedro regular. Aunque De-Born indica esta mina como una combinacion de plata, arsénico y algo de hierro, no ha encontrado en ella Bergman mas que plata y un poco de antimonio, que aun él creia accidental. Ensayando un fragmento al soplete el ciudadano Vauquelin, halló en él indi-

cios de antimonio, y sacó un boton de plata pura y dúctil, que componia mas de los tres quartos de la totalidad de la mina. El ciudadano Haüy ha hallado por el cálculo de la pesantez específica de la plata antimoniada, y el de la plata y antimonio puros, que esta pesantez indicaba poco mas ó menos quatro de plata y uno de antimonio; y segun parece esta proporcion no discrepa mucho de la que la mina presenta por el análisis. Tambien se ve que esta mina es una especie de aleacion.

15 El *sulfureto de plata* es lo que los mineralogistas llamaron *mina de plata vidriosa*. Se halla regularmente en cubos ú octaedros, bien enteros ó bien con facetas angulares; y hay una variedad en dodecaedros con planos romboydales. Esta mina se dexa cortar fácilmente con el cuchillo; su color es por lo regular gris negruzco metálico, algunas veces pardo, verdecino ó amarillento; se funde fácilmente; á un calor suave se disipa el azufre sin fusion, y la plata toma por solo el reblandecimiento, y sin derretirse, la figura de una red de malla ó de vegetaciones. Se halla muchas veces mezclada con otras minas de plata, y da desde setenta hasta ochenta y quatro de plata por ciento. Este metal se halla unido en estado metálico con el azufre; y á veces está mezclado con plata nativa que se levanta en forma de dendritas, y se halla sembrada de plata roxa.

16 El *sulfureto de óxide de plata y de antimonio* es la *plata roxa* de los mineralogistas. Esta mina es de un color roxo obscuro, á veces transparente, y á veces casi opaco, y muchas brillante en su superficie como el acero. Su forma primitiva es el dodecaedro romboydal, que produce muchas variedades segun las leyes de decrecimiento. Se halla en casi todos los parages en que abunda la plata, pero sobre todo en Freyberg de Saxonia &c. Ha sido considerada largo tiempo como plata mineralizada por el arsénico, y aun como un verdadero arseniate de plata: Bergman dió las proporciones de ella, y Mr. Klaprot es el primer químico que ha anunciado, mediante una análisis muy exácto, que contenia azufre y antimonio unidos con la

plata. El ciudadano Vauquelin emprendió de nuevo este trabajo, y dió en el Diario de minas (*núm. 17. Pluviose an 4.*) una análisis muy exâcta y bien hecha de este mineral. Hizo ver que estaba formado de azufre, antimonio y plata, ámbos á dos en estado de óxides, y que no contenia ácido sulfúrico, como Mr. Klaprot habia creído; pero que este ácido se formaba, sea con el auxilio del calor por la union de un poco de oxígeno de los metales con el azufre, ó sea por la combustion de una pequeña cantidad de este último con el auxilio del ácido nítrico gastado en el análisis. Le trató con el ácido nítrico que disolvió la plata sin desprendimiento de ácido nitroso; y despues con el ácido muriático que disolvió el antimonio, y dexó separado el azufre. Tambien la trató por la potasa cáustica en disolucion, la qual disolvió la porcion antimoniada con un poco de azufre. De su análisis resulta que la plata roxa se compone de 0,54 á 0,57 de plata, de 0,15 á 0,16 de antimonio, de 0,15 á 0,17 de azufre, y de casi 0,12 de oxígeno. A veces contiene tambien un poco de arsénico que jamas pasa de 0,02. Cada uno de los metales factores de esta mina se sacó en su estado metálico particular. El autor infirió de su trabajo que la plata roxa es una combinacion quádrupla de plata, antimonio, azufre y oxígeno; que el óxide de antimonio se halla en ella en un estado muy próximo al de Kermes, que le falta sin embargo un poco de oxígeno para hacerle muy soluble en los álcalis, en donde solo lo es á costa del que le presta la plata; que en este último caso se vuelve negro, opaco, y capaz de dar gas nitroso con el ácido nítrico; que algunas veces la plata roxa se halla naturalmente en este estado de menor oxídacion, y es opaca y disoluble con desprendimiento de gas nitroso en este ácido. Tambien saca una conclusion general muy importante; á saber, que los sulfuretos metálicos son opacos, estriados y metaliformes, aunque quebradizos, y que los óxides metálicos sulfurados son transparentes, como vidriosos, y que las diferentes gradaciones que presentan estos compuestos desde la diafaneidad perfecta hasta la completa

opacidad provienen de las varias cantidades de oxígeno que concretan. Se ve pues que el ciudadano Vauquelin ha gastado mas claridad y precision en la historia química de este mineral, que Mr. Klaprot, autor del primer descubrimiento de esta mina (55).

17 *La mina de plata negra*, segun Lehman y el ciudadano Haüy, no es mas que una variedad ó una especie de dependencia del sulfureto de óxide de plata y antimonio, ó estado medio entre la plata roxa y el sulfureto de plata. La plata negra es tambien muchas veces una descomposicion del *cobre gris argentífero*.

18 El muriate de plata, llamado *plata córnea* por la mayor parte de los mineralogistas, es la última mina de este metal que distingue el ciudadano Haüy. Se halla en masas irregulares ó en cubos muy raros, casi siempre de un color gris opaco, y á veces semitransparente; tambien se halla de un color gris amarillento, y á veces parduzco ó rosado; es blando, fácil de triturar; se dexa cortar con el cuchillo, y se derrite á la llama de una bugía. Su polvo es blanquizco, pero se vuelve bien pronto pardo ó negro al contacto de la luz; en lo demas presenta este metal todas las propiedades del muriate de plata artificial. Muchas veces se halla lleno de plata capilar ó de pedazos irregulares de plata nativa. Desde Cronstedt acá todos los mineralogistas estan conformes acerca de su naturaleza. Mr. Voulf halló en ella un poco de sulfate de plata; pero como este se halla siempre mezclado con el muriate, no se debe hacer una especie ni aun variedad distinta de él. A estas cinco especies, que son las únicas minas de plata bien distintas y caracterizadas que se deben admitir, podemos añadir como apéndices, especialmente con relacion á la docimástica y metalurgia todas aquellas minas extrañas á su propia naturaleza, que solo contienen un poco de plata, y á las quales muchas veces se les ha dado el nombre de *minas de plata* á causa de la especie de prerogativa ó preeminencia que este metal, igualmente que el oro, tiene de largo tiempo entre los hombres, aunque segun los principios establecidos en la Química, se hayan debido

referir á otros metales. Tales son la mina de *plata gris*, ó mina de plata en *espigas &c.*, que no es mas que el cobre gris argentífero; la *mina de plata blanca*, denominacion muy equívoca segun advierte el ciudadano Haiüy, y aplicada á varias substancias diferentes, como son la plata antimonizada, cobalto arseniado, hieirro arseniado y cobre gris, todos tres argentíferos; la *mina de plata gris antimonial*, que no es mas que el sulfureto de antimonio argentífero; la *mina de plata plumosa*, que pertenece al mismo sulfureto; la *mina de plata zincosa* de Valerio, que es un sulfureto de zinc argentífero; la *mina de plata, excremento de ganso*, que no es mas que una mina de cobalto en descomposicion mezclada con plata; la *mina de plata blanda* de Valerio, ó plata nativa sembrada en tierras; y el *negrillo* de los españoles, variedad de la mina de plata negra indicada en la historia de la plata roxa; y las piritas argentíferas que corresponden á diversos sulfuretos metálicos, en que la plata se halla accidentalmente diseminada.

#### D. Ensayes y trabajos metalúrgicos.

19 El ensaye de las minas de plata es uno de los mas interesantes que se pueden hacer á causa del precio de este metal; y debe variar segun la diversa naturaleza de sus minas. Si es plata nativa, despues de haberla molido y lavado se puede repasar con azogue, que disuelve á este metal despues de una fuerte trituracion; esta amalgama se exprime para separar de ella la porcion de mercurio excedente; se destila despues; se calienta en un crisol para volatilizar el mercurio, y queda la plata pura. La mina de plata antimonizada y el sulfureto de plata deben tostarse fuertemente para separar el antimonio y el azufre; y despues se les funde con una cantidad proporcionada de fluxo alcalino; del mismo modo poco mas ó ménos se puede tratar tambien el óxide de plata antimonizada y sulfurada, é igualmente la plata roxa cuyo azufre y antimonio son llevados por el álcali, y la plata aislada se funde.

20 En todos estos casos la plata no se halla pura; y como importa mucho tenerla en este estado, hay un método que hace la basa principal del ensaye de este metal, para separar los metales extraños, el cobre, hierro &c., y dexar la plata enteramente sola. Este método está fundado sobre la propiedad que tiene el plomo de oxídarse, y arrastrar en su oxídacion y vitrificación, que es consiguiendo, los metales extraños, sin que la plata padezca alteracion alguna. Para practicarle nos servimos de un vaso chato hecho á manera de una copita, el qual se llama *copela*, y se fabrica con polvo de huesos calcinados empapado de un poco de agua, amasados y prensados dentro de un molde de cobre. Como esta materia porosa absorbe con mucha facilidad el óxido de plomo vitrificado, se coloca sobre ella la plata que se quiere vitrificar y copelar envuelta en una hoja de plomo, que pesa regularmente el doble de la plata. Se introduce este vasito baxo una especie de hornillo de barro sostenido por barras de hierro en medio de un horno quadrado, que se llama horno de *copela*; está rodeado dicho hornillo ó mufla de ascuas, que no pueden caer dentro por estar solo agujereada por abaxo y por los lados. Inmediatamente se calientan y aun enrojecen sus paredes delgadas; el plomo y la plata colocados en la copela se funden, y forman una aleacion fluida, que por la continuacion y energía del fuego dexa oxídarse poco á poco, volatilizar, y vitrificar el plomo; se dirige el fuego de modo que la materia fundida no esté demasiado ruyente, para que no se sublime el plomo con demasiada rapidez, ó pase con mucha prontitud á la copela; porque en este caso no lleva exáctamente todos los metales oxídables contenidos en la plata; tambien se cuida de que no esté demasiado poco caliente, de suerte que quede una parte del plomo combinada con este metal. Por eso se ponen tambien ascuas delante de la abertura de la mufla, para que esta se caliente igualmente por todos lados. Reparando con atencion lo que pasa en la copela, se ve moverse la aleacion, volver hácia la superficie, presentando una especie de gotitas ó manchas de otra varie-



dad de color roxo, que van siempre disminuyendo á medida que los metales oxidables se subliman ó penetran los poros de la copela. Quando la operacion se acerca á su fin empieza á manifestarse la plata pura, brillando en algunos puntos mas vivamente que la aleacion, y extendiéndose la parte brillante desde las orillas hácia el centro, hasta que por último, descubierta toda la superficie de la plata, despide al separarse la última molécula de plomo, una especie de relámpago, que llaman *coruscacion*, y queda hecho el ensaye.

21 Se saca entónces poco á poco la copela de lo interior de la mufla para acercarla á la parte ménos caliente, y no enfriarla de pronto; pues en este caso, fixándose súbitamente, y condensándose mucho la superficie del boton de plata, comprime la porcion todavía líquida, y la arroja á veces con estrépito, accidente que dispersa una parte de este metal en glóbulos que se ven sobre el vasito, por lo qual se llama *copela erizada*; de modo que entónces no se puede fiar mucho en la operacion, y es preciso empezarla de nuevo; despues solo se trata de limpiar bien el boton quando está redondo y entero, para no dexar en el cuerpo alguno extraño, y pesarle en balanzas muy exáctas. No es necesario advertir que se ha de haber pesado igualmente con mucha exáctitud la porcion de plata que se ha puésto en la copela. Para saber de que ley es la plata, ó quantos metales extraños la ha llevado la oxidacion y vitrificacion, se divide la masa que se toma en partes decimales ó centesimales que permiten apreciar las cantidades mas pequeñas de las aleaciones; porque es fácil de comprehender que la operacion de la copela lo mismo sirve para la plata aleada artificialmente, que para este metal extraido de sus minas. Antes de la adopcion de los pesos republicanos y nuevas medidas se suponía dividida la cantidad de plata puesta á copelar en doce partes, que llamaban *dineros*, y si perdía  $\frac{1}{12}$  de su peso, se decia que la plata era de once dineros. Despues de esta operacion la copela cargada de vidrio de plomo, y mezclada

de cobre ó del metal extraño, que existia en la plata, es muy pesada, y por lo regular de color verdecino á causa del óxido de cobre. Estos óxidos arrastran consigo regularmente un poco de plata, pero en tan corta cantidad que no influye sobre la exáctitud del ensaye, ni sobre la ley del boton sacado. Por pequeña que sea esta cantidad no se pierde sin embargo, y se sabe volver á encontrar en los laboratorios en que se hacen un gran número de estas operaciones. Para esto se pulverizan todas estas copelas cargadas de vidrio de plomo, se reduce el metal con flujo reductivo, se pasa este plomo á una copelacion mas en grande, y se extrae de esta suerte la mayor porcion de plata que contiene. Para asegurarse de la exáctitud del ensaye se acostumbra tambien copelar aparte el plomo que se gasta, y si da un globulito de plata, que llaman el *testigo*, se desfalca luego su peso del boton que se saca. La plata copelada y bien separada de los metales oxídables puede contener todavía oro. En la historia de este metal se verá como se separa de ella, y se determina su proporcion. A veces se gasta bismut en vez de plomo para hacer la copelacion, y pinta tan bien como este último; pero solo este puede servir para ello, y ningun otro puede reemplazar á estos metales, ámbos muy fusibles, muy oxídables y muy vitrificables. Todos los demas quedan mas ó ménos abundantemente con la plata, se esponjan, decrepitan, forman escorias levantadas, setas, vegetaciones, y dispersan la plata por la copela.

22 Por exáctos y bien apropiados que sean al conocimiento de las minas de plata los diversos métodos por la via seca, no bastan para los químicos instruidos, ni pueden jamas reemplazar una verdadera análisis de estas minas. Bergman, Klaprot y el ciudadano Vauquelin han dado sucesivamente muy buenos métodos para conocer los diversos estados de la plata en la naturaleza, y poder analizar sus minas. No obstante deben hacerse algunas correcciones á lo que dixo Bergman sobre los ensayes exáctos en su disertacion de la docimástica húmeda. La plata nativa contiene oro ó cobre, ó los dos metales á un tiempo; la

plata y el cobre se disuelven fácilmente en el ácido nítrico; y el oro queda en polvo pardo ó negro al fondo de este ácido; se precipita el cobre por el hierro; mas como este separa tambien una porcion de plata, aconsejo precipitar este último por el cobre recogién-dole y pesándole con cuidado, y lo que falte del peso de la mina ensayada pertenecerá al cobre, ménos la porcion de oro si se precipitó en polvo de la disolucion.

23 La plata antimoniada se ensaya y conoce fácilmente, tanto en su naturaleza como en sus proporciones por medio del ácido nítrico que disuelve al primer metal, y oxída alsegundo en polvo blanco indisoluble en este ácido; ó por el nitro muriático que, empleado en suficiente cantidad, disuelve el óxide de antimonio que forma y dexa la plata precipitada en muriate. Tambien se puede comparar la accion del soplete que sublima todo el antimonio en óxide blanco, y dexa la plata pura y dúctil. Propongo asimismo la detonacion con el nitro en un vaso bien cerrado, donde se oxída todo el antimonio, y se funde la plata reuniéndose al fondo del crisol. Este método puede convenir á otras varias minas de plata.

24 El sulfureto de plata bien pulverizado se trata por la ebulicion en veinte y cinco veces su peso de ácido nítrico algo debilitado. Se hace esto varias veces seguidas hasta que toda la plata se disuelva, y el azufre quede puro al fondo del disolvente; la plata se precipita por el muriate de sosa, y ciento treinta partes de precipitado corresponden con bastante exâctitud á cien partes de metal. El líquido que sobrenada contiene los metales extraños que se separan por el prusiato de potasa ó el carbonate de sosa, ó con el auxilio del hierro ó del zinc. Tambien se pesa el azufre aparte; y si contiene algo de ganga se trata con un álcali que le disuelve sin tocar á las tierras quando está algo extendido en agua.

25 Mas arriba hemos visto cómo el ciudadano Vauquelin ha llegado á determinar la naturaleza y proporciones de los principios de la plata roxa ú óxides de plata y antimonio sulfurados. El ácido nítrico, el muriático y el

álcali fixo son los tres disolventes que ha empleado con el mayor suceso; el primero para disolver la plata, el segundo para llevarse el óxide de antimonio, y el álcali para asegurar la presencia del azufre. Bergman se engañó sobre esta mina quando la presentó como que contenia con especialidad arsénico. Su método, como ilusorio en esta parte, no se debe referir aquí. Tampoco debo dar á conocer los otros métodos suyos para analizar las minas blancas de plata y la mina sulfurosa antimonial, porque en el artículo del cobre hablé ya del ensaye de estas minas por la via húmeda.

26 Por lo que hace al muriate de plata, si está mezclado con sulfate del mismo metal, se trata por el ácido muriático que descompone esta última sal, y dexa disuelto el ácido sulfúrico; se determina la cantidad de este por el nitrato ó muriate de bária, y por el peso de sulfate indisoluble que se saca. El muriate de plata se trata con dos ó tres veces su peso de carbonate de sosa en un crisol, ó en frio, y por trituracion con el carbonate de amoníaco, agua y mercurio: este último método de Margraff da muriate de amoníaco disuelto y una amálgama de plata. Mas abaxo quando trate del muriate de plata facticio, al qual se parece en todas sus propiedades el natural, volveré á hablar de él.

27 Hay algunas semejanzas entre lo que se ha dicho de los ensayes de plata por el fuego y el tratamiento por mayor de las minas de este metal. Se siguen tres métodos generales de extraer la plata de los minerales que la contienen: el uno consiste en triturarles con el azogue en molinos contruidos para el intento, lavar bien la amálgama que resulta para separar toda la ganga terrosa, filtrarla ó exprimirla por unas pieles para hacer pasar todo el mercurio líquido, y destilarla despues en una retorta de hierro. Este método de amalgamacion se usa especialmente para los minerales muy ricos de plata nativa, y por eso los españoles transportan su mercurio de Almaden al Perú para beneficiar con él sus minas. De algunos años á esta parte se practica tambien este método por persuasion

del Baron De-Born con algunas minas de Hungría, añadiendo á esto varias otras materias á propósito para separar al mismo tiempo las substancias extrañas unidas con la plata; pero este método no está aun bastante perfeccionado para reemplazar enteramente á los que se han dexado.

28 Las minas de plata sulfurada se ruestan y funden despues con plomo para afinarse por la copelacion, que es lo que se practica con las minas ricas. Por lo que mira á aquellas que solo contienen poca plata, se las funde sin tostion preliminar con piritas, y se ha de advertir que son casi siempre cobres grises; de esto resulta lo que llaman fundicion cruda, y se trata por la liquacion, copelando el plomo argentífero que sale de ella para obtener la plata pura. La copelacion por mayor, que es casi siempre el último término de las operaciones que se hacen con las minas de este metal, se diferencia de la que se practica por menor, en que sobre el suelo socavado de un horno grande y cargado de ceniza porosa, que puede recibir y absorver una porcion del óxide de plomo, se escorifica pronta y fuertemente la aleacion de este metal y de plata por el viento de los fuelles, y á medida que el plomo se oxida y vitrifica, arroja tambien la cascarilla de este óxide hácia los canales del litargirio, como dixe en el artículo del plomo.

#### *E. Oxidabilidad por el ayre.*

29 La plata pura expuesta al ayre permanece en él sin alteracion sensible, á no ser la de su brillo y pulimento; pues se hace ménos vivo, y se empaña un poco en su superficie, pero sin oxidarse. No se ha de confundir con esto la especie de baño ó capa azul obscura, que se forma sobre las alhajas viejas de plata expuestas por largo tiempo al contacto de varios gases mezclados con el ayre, capa que, segun el exámen que ha hecho de ella D. Luis Proust, no es mas que sulfureto de plata. Se ha creido por largo tiempo que la plata era enteramente indestructible por el contacto del ayre, aun con ayuda de un calor muy fuerte, y por esto se la ha colocado entre los metales perfec-

tos. Varios químicos, y con especialidad Juncker, se adelantaron á decir que, tratada la plata á un gran fuego de reverbero al modo de Isaac el holandés, y en un horno en que la llama circulase por encima del metal, acababa la plata por convertirse en un óxide vitriforme. Aun se añadió que unida al mercurio, y dividida por este metal líquido, se oxidaba por los métodos de que solemos valernos para convertir el mercurio en óxide roxo, y esto no es inverosímil.

30 Muchas experiencias hechas despues de la asercion de Juncker, y por métodos diferentes, han probado que la plata es realmente oxidable, pero que únicamente lo es mucho ménos y con mas dificultad que los demás metales. Macquer fué el primero que notó esta oxidacion exponiendo la plata en un crisol al fuerte calor del horno de Sevres por veinte veces seguidas. A la última ya habia rastros bien perceptibles de oxidacion, y una vitrificacion de color aceytunado. El mismo fenómeno, ú otro análogo á él, fué observado por el ciudadano Darcet en un crisol de porcelana, en que expuso plata al mismo calor del horno de Sevres; al mismo tiempo que este metal se esponjó y rompió el crisol, la porcion que cayó fuera se oxidó y vitrificó de color amarillo. Tratando Macquer la plata al foco de un espejo ustorio, jamas dexó de observar que despues de una larga incandescencia se cubria de un polvo blanco que formaba un baño de color verde sobre la pieza que sostenia la plata. Homberg en las primeras experiencias de Tchirnsausen hizo igual observacion sobre la plata y el oro; y no se puede dudar que estos hechos manifiestan una oxidacion evidente de la plata, y se confirman mas y mas si se cotejan con las experiencias nuevas de que voy á hablar.

31 Al ciudadano Van-Marum, que ha hecho tantas y tan preciosas investigaciones sobre los efectos de la electricidad con la bella máquina de Teyler, es á quien se debe el conocimiento de la combustion y aun inflamacion de la plata. Haciendo pasar por un alambre de este metal una chispa fulminante, queda reducido inmediatamente á

una especie de polvo despues de dar una llama blanca algo verdecina tan veloz como un relámpago, y se disipa en humos el óxide formado patentemente en esta operacion. Si se practica lo mismo envolviendo el alambre en un papel blanco; se pega á él en forma de un polvo finísimo de color gris verdecino, y tan adherente que se parece á un humo ó á un baño ligero que no se puede quitar. No es posible dudar en este caso del estado de oxidacion de la plata, pues pierde toda su forma metálica; ni de su combustibilidad, pues el fenómeno va constantemente acompañado de llama. Este efecto que jamas produce el fuego ordinario por violento que sea, puede atribuirse á la extrema division del metal por la conmocion eléctrica, y á la alta temperatura que se produce por ella en el cuerpo que hiera. La caida del rayo sobre alambres de plata y muebles plateados produce absolutamente igual fenómeno, y da lugar á los mismos resultados.

32 El óxide de plata formado por todos estos medios, y que es tan difícil de conseguir, se reduce por otra parte muy fácilmente, porque la plata tiene una adherencia muy débil con el oxígeno. Aunque la presencia de este cuerpo aumenta su peso, muda sus propiedades, y la vuelve especialmente acre y cáustica, basta exponer estos óxides grises, verdecinos ó amarillentos á los rayos del sol, para que se ennegrezcan y acerquen al estado metálico. Calentándoles en vasos cerrados y con el aparato neumático-químico, se saca de ellos gas oxígeno puro, y se les convierte fácilmente en metal brillante y dúctil, fundiéndoles en un crisol (\*\*).

#### *F. Union con los cuerpos combustibles.*

33 La plata se une con casi todos los cuerpos simples combustibles, excepto el ázoe, hidrógeno, carbono y diamante. El hidrógeno y carbono descomponen fácilmente sus óxides, á veces sin necesidad de recurrir al calor; y así el gas hidrógeno recibido sobre papeles ó tafetanes impregnados de disoluciones de plata en los áci-

dos, separa de ellos el óxide en estado metálico y brillante. El carbono produce igual efecto á una temperatura rusiente.

34 Pelletier es el primero que ha dado á conocer la combinacion de la plata con el fósforo. Una parte de limaduras de plata, tratada en un crisol con dos de ácido fosfórico vidrioso y media de carbon, dió por la reduccion del ácido en fósforo y por la union de este con el metal un fosforeto de plata que adquirió  $\frac{3}{4}$  del peso primitivo de la plata, y era blanco; granugiento, cristalino, quebradizo, y se dexaba cortar con el cuchillo. Echando fósforo sobre la plata rusiente en un crisol, el metal entró inmediatamente en fusion, y el fosforeto formado quedó quietamente fundido; pero al punto que se fixó su superficie, salió de la masa con una especie de explosion una gran cantidad de fósforo, y en el mismo instante se llenó la superficie de una especie de bolitas ó riñoncitos. Pelletier infirió de esta experiencia que la plata retenia mas fósforo quando estaba en fusion que en estado frio, y el fenómeno depende sin duda de la contraccion súbita de la plata sobre sí misma. Segun Pelletier cien partes de plata en fusion pueden retener veinte y cinco de fósforo, y quando dexa de estar fluida, solamente conserva quince. El fosforeto de plata calentado al soplete se funde y dexa exhalar el fósforo que arde en su superficie. El fósforo tiene la propiedad de desoxidar los óxides de plata, y precipitarles de sus disoluciones ácidas baxo la forma metálica, como diré mas abaxo.

35 El azufre se une fácilmente con la plata por la via seca y por la via húmeda, poniendo por camadas en un crisol hojas de plata con azufre; y dándole un fuego pronto para fundirle, se saca una masa violada obscura y casi negra, mucho mas fusible que el metal, quebradiza, cristalizada en agujas, y es una especie de sulfureto de plata opaco, brillante, de aspecto metálico, que se puede cortar con el cuchillo, y se parece muy bien á la plata vidriosa. Si se calienta largo tiempo y con bastante fuerza esta combinacion, se desprende el azufre poco á poco; y



aunque las últimas porciones sean difíciles de separar, se saca por fin la plata pura y dúctil. Los sulfuretos alcalinos disuelven con bastante facilidad la plata para que despues se pueda disolver en agua, y se precipita en estado de plata negra por los ácidos. La plata se combina tambien con el azufre por una larga mansion entre materias que le contengan y le depongan lentamente. Así habiendo tenido Macquer ocasion de exâminar unos platos de plata que habian estado largo tiempo en un pozo de aguas inmundas de Compiègne, halló el metal de estos platos quebradizo, laminoso, y como mineralizado, sacando de ellos una cantidad notable de azufre. Todo el mundo sabe tambien que la plata se colora prontamente de amarillo dorado, naranjado, violado y azul obscuro casi negruzco por el contacto del gas hidrógeno sulfurado. Esto se verifica especialmente quando se meten hojas de este metal en agua cargada de dicho gas, ó quando estan contiguas á las aguas sulfurosas naturales; y esto es lo que sucede á las alhajas de plata por el vapor de los huevos endurecidos, de las materias fecales corrompidas, y por una multitud de substancias olorosas que se despiden de nuestros alimentos. El azufre solo se depone sobre la plata en todas estas circunstancias, y se forma en su superficie una pequeña capa de sulfureto de plata análogo á la plata vidriosa, que no se puede quitar sino por la lima, la frotacion ó la accion de un fuego violento. No se conoce bien la diferencia que hay entre el óxide de plata sulfurado artificial y el sulfureto de plata (47).

36 Casi no hay substancia alguna metálica que no sea susceptible de unirse con la plata, y formar con ella una aleacion particular; pero hasta ahora se han empleado ó utilizado muy poco este género de aleaciones.

37 El arsénico se une con la plata, y la quita su ductilidad; esta aleacion es amarillenta por fuera, y gris obscura por dentro; exponiéndola al fuego se sublima el arsénico, y la plata queda pura y dúctil. En vez de gastar este metal agrio se evita quanto se puede la proximidad y contacto del arsénico con la plata.

38 No se conoce la aleacion del tungsteno, molibdeno, cromo, titanio, uranio y manganeso con la plata.

39 El cobalto se une muy dificilmente con la plata: quando se funden estos dos metales en un crisol quedan separados uno de otro, el cobalto encima y la plata debajo á causa de su pesantez específica. Gellert observa sin embargo que, despues de haber fundido dos partes de cobalto y una de plata, esta, separada en el fondo del crisol, se habia vuelto mas frágil y de color gris, y el cobalto por el contrario mas blanco que lo regular: parece pues que hay un poco de union entre los dos metales, y que hacen cierta particion entre sí.

40 De ninguna manera se une el niquel con la plata. Quando se funden estos dos metales en un crisol quedan tan poco unidos que se les puede separar de un martillazo; á veces se ponen uno al lado de otro, aunque su pesantez específica sea bastante diferente.

41 El bismut se alea muy bien con la plata mediante la fusion, de lo que resulta un metal agrio, quebradizo, laminoso, de un color medio entre el del bismut y el del antimonio, y de una pesantez específica mayor que la media que resulta de la de los dos metales: adhieren bastante uno á otro para que no se les pueda separar sino es con mucha dificultad. Quando se expone esta aleacion á un fuego grande y al contacto del ayre, se oxida y vitrifica el bismut al paso que se sublima una parte, de manera que se puede gastar como plomo en la copelacion de la plata, para quitarla los metales mas oxídables. Hay tambien casos en que los ensayadores prefieren el bismut al plomo, porque se oxida mas pronto, y penetra mejor en la copela. Dufay le propuso en 1727, y Pot verificó este uso. La copela toma un color amarillo por esta materia metálica, y suele á veces hendirse durante la operacion: algunos químicos han observado que el bismut copelado solo dexaba un botoncito de plata sobre la copela; pero este último metal es tan poco abundante en él que sin duda alguna es inapreciable.

42 La aleacion del antimonio y la plata se hace muy

bien por la fusion , y de ello resulta un metal poco dúctil, mas pesado que lo que indica el cálculo de la pesantez de los dos metales, y de ninguna utilidad. Los químicos han notado hace ya largo tiempo, que el sulfureto de antimonio se descomponia por la plata; que este metal se unia al azufre, mientras que otra parte se combinaba al mismo tiempo con el antimonio. Antiguamente se llamaba en la farmacia este último *régulo de antimonio lunar*.

43 El mercurio tiene mucha atraccion con la plata: segun las experiencias del ciudadano Guyton, la plata ocupa el segundo lugar inmediatamente despues del oro por su adherencia con este metal líquido. Apreció la de este en quatrocientos veinte y nueve grados, la del oro en quatrocientos quarenta y seis, y la del estaño en quatrocientos diez y ocho; así se une muy fácilmente, y hace con él una amalgama, bien sea triturando hojas ó limaduras finas de plata con mercurio, bien añadiendo este caliente á la plata enrojecida en un crisol, ó bien precipitando la plata de sus disoluciones baxo la forma metálica, y presentándola al contacto del mercurio. La amalgama de plata tiene una consistencia varia segun la proporcion de los dos metales unidos. En general es blanca, mate, blanda, y específicamente mas pesada que lo que indica la pesantez de los dos metales que la forman, y aun se precipita al fondo del mercurio. Esta propiedad indica que hay una fuerte penetracion entre estos dos metales y una condensacion recíproca, y así se calientan y dilatan al principio en el momento de su combinacion. Quando se expone á un calor suave por algun tiempo se ramifica y desenvuelve en una especie de vegetaciones semejantes al *árbol de Diana*, de que hablaremos luego. Se ha pasado hasta decir que, añadiéndola un poco de oro, llevaban las puntas de los ramos de este árbol unos botoncitos de este metal, que comparaban á las manzanas de oro del jardin de las Hespérides; si despues de haberla fundido se dexa enfriar lentamente, cristaliza en hojuelas lenticulares ó en prismas quadrados terminados por pirámides tetraedras. Aunque la accion del fuego separa el mercurio, como se ve en el tra-

tamiento de algunas minas de plata, las últimas porciones de este metal volátil son muy difíciles de arrancar, y parece que el mercurio se fixa un poco por la plata. Expuesta por largo tiempo al ayre esta amálgama se endurece y vuelve mucho mas consistente que lo que era. Se asegura, y no es inverosímil, que la amálgama de plata calentada al contacto del ayre en el aparato, en que se trata el mercurio para reducirle á óxide, padece al mismo tiempo que él igual oxidacion, y que este es un medio de los que hallaron los alquimistas para oxidar la plata. Esta amálgama se usa mucho para el plateado.

44 La plata se une fácilmente con el estaño; pero esta aleacion en vez de ser útil se mira como una de las mas peligrosas; y es tan temida de los plateros ó de todos quantos gastan y trabajan la plata, que aun se guardan de fundir estaño, y que llegue su vapor á la plata, pues creen que este le quita toda su ductilidad. Quando se funden juntos estos dos metales se saca una masa frágil de textura semejante á la de los metales quebradizos, y que se extiende muy poco al martillo á causa de su dureza. Exponiendo esta aleacion al fuego de reverbero, ó baxo la mufla del horno de copela, se saca una vegetacion, una escoria oxidada, que se separa con mucha dificultad de la plata, aunque sea todavía disoluble en el mercurio. Es en extremo difícil, por no decir imposible, purificar esta aleacion por medio del plomo. Kraft y Muschembroeck dicen que el estaño aumenta la firmeza ó dureza de la plata. El último asegura que una aleacion de quatro partes de plata y una de estaño es tan dura como la del cobre con el estaño; que una proporcion mayor de estaño disminuye la tenacidad de la plata; que esta aleacion presenta en su fractura una superficie granugienta muy fina; y por último que una cantidad mas considerable de estaño hace á la plata tan agria que es muy difícil limarla, y aun fundirla; sin embargo no se debe inferir de aquí que nada de bueno y útil se puede esperar de esta aleacion de plata y estaño, pues su dureza junto con su poca alterabilidad pueden hacerla preciosa para varios usos.

45 El plomo se combina fácilmente con la plata mediante la fusion, y aun favorece singularmente la fusibilidad de la plata, como lo prueban los fenómenos de la copelacion. Kratf halló que esta aleacion era específicamente mas densa y pesada, que lo que indica la pesantez separada de cada uno de los dos metales unidos. Muschembroeck, que ha examinado con cuidado la mayor parte de las aleaciones metálicas, estudió y trató igualmente de la de la plata y plomo, é infirió de sus experiencias que el plomo disminuía mucho la fuerza y tenacidad de la plata, de manera que se debe evitar esta aleacion en las artes. Por lo demas se acerca al color del plomo mucho mas que al de la plata; y aunque el plomo no destruye como el estaño la ductilidad de la plata, sí su propiedad sonora. Tambien tiene mas atraccion con el azufre que la plata, y descompone auxiliado del calor el sulfureto de plata nativo ó artificial. La aleacion de plata y plomo solo se hace para copelar aquel metal, y tambien se saca por mayor en la liquacion, como llevo referido.

46 El hierro se alea fácilmente con la plata, y segun Valerio una aleacion de estos dos metales á partes iguales casi tiene el mismo color que la plata, y es mas dura, aunque bastante dúctil, y atraible al iman. El acero se suelda con la plata. Gellat observa en su Tabla de afinidades entre las materias metálicas que la plata la tiene mayor con el hierro que con el cobre. Es extraño que no se haya examinado todavía con mucha atencion esta especie de aleacion, que sin duda puede hacer muchos servicios á las artes y á la sociedad, bien sea disminuyendo el precio de ciertos utensilios, ó bien comunicando á la plata algunas propiedades que parecen susceptibles de aumentar el mérito y buenas calidades de este precioso metal. Fundiendo el ciudadano Guyton hierro y plata con su fluxo reductivo en el horno de Macquer obtuvo dos botones el uno al lado del otro fuertemente soldados y bien distintos, de modo que parecian indicar que los dos metales no son capaces de unirse.

47 El cobre es uno de los metales con que se alea me-

jor la plata, y su aleacion una de las mas útiles. La principal ventaja suya es comunicar á la plata mucha mas dureza que la que naturalmente tiene, y hacerla por consiguiente mucho mas á propósito para la fabricacion de vasos, utensilios, monedas &c. Esta aleacion tiene varias propiedades muy notables: queda disminuida la densidad de la plata, aunque se aumentan su tenacidad y dureza, lo que indica que la suma de los intervalos que hay entre las moléculas de la mezcla es mucho mayor que cada uno de los metales en particular, y que el acrecentamiento de dureza mas bien depende de otra colocacion de las moléculas de la plata que de su aproximacion, como se podria pensar si la experiencia no dirigiese nuestra opinion en esta parte. El ciudadano Hatüy observa que en la aleacion de la ley del comercio, en que la cantidad de plata se halla con la del cobre en la relacion de 137 á 7, la pesantez específica es de 10,175; quando si no hubiese dilatacion alguna entre los metales aleados, seria de 10,301, lo que da cerca de  $\frac{1}{81}$  por la cantidad de esta dilatacion en la aleacion citada. La segunda propiedad notable de la aleacion de la plata y el cobre es que la primera conserva su color blanco, aunque contenga una cantidad considerable de cobre; de manera que este se halla envuelto de tal suerte, que no se hace perceptible sino por operaciones quimicas mas ó ménos complicadas. Newton admirado de esta singular propiedad que existe mas ó ménos clara y distinta en la mayor parte de los metales blancos, pasó á conjeturar que las partículas de estos metales tenian mucha mas superficie que los metales amarillos ó rojos, que eran al mismo tiempo muy opacas, y que cubrian al cobre sin dexar traslucir su color metálico. La aleacion de la plata con el cobre está determinada en sus proporciones por leyes muy severas en todas las naciones cultas, tanto para mantener la confianza en el comercio, como para evitar la facilidad del fraude en aumentar la proporcion del cobre. Las alhajas de plata y monedas de cada nacion son de diversos quilates: en la República francesa tiene un

mérito esencial este quilate para la perfeccion de las artes y de los cálculos, pues corresponde hoy exáctamente á las bases de los pesos y medidas, cuyo tipo ó modelo se ha tomado de la medida de la tierra, y tiene por esta invariabilidad, conforme al poder y leyes de la naturaleza, tanta ventaja sobre todas las medidas usadas hasta el dia, que á la corta ó á la larga se adoptará igualmente por todos los pueblos ilustrados.

*G. Accion sobre el agua y los óxides.*

48 No hay accion alguna entre la plata y el agua. Aunque se eleven estos dos cuerpos á la temperatura que se quiera, y se les mantenga calientes y en contacto por largo tiempo, no exercen atraccion alguna uno sobre otro, ni se alteran en manera alguna: así pueden permanecer largo tiempo baxo del agua los vasos de plata sin mudar de propiedades ni de naturaleza, y si el color se altera alguna vez es solo por las materias que tiene el agua en disolucion, ó que freqüentemente tiene suspendidas. Esta nulidad de accion entre el agua y la plata depende enteramente de la poca atraccion que hay entre este metal y el oxígeno; y como el hidrógeno reduce y descompone tan fácilmente sus óxides, es claro que no puede quitar á este cuerpo el oxígeno de que se halla saturado.

49 La misma razon milita para no padecer alteracion alguna de parte de los óxides metálicos, ni hacérsela padecer á ellos: su óxide por el contrario es el que cede su oxígeno á la mayor parte de los demas metales, y con particularidad al cobre, hierro, mercurio, zinc, antimonio y manganeso &c., y hay algunos que solo parten con él la mayor porcion de su oxígeno. De esta doble accion de los metales sobre el óxide de plata depende la precipitacion de este metal, ya sea puro en estado brillante y metálico, ó ya oxidado en parte, lo que se logra por medio de los diferentes metales sumergidos en sus disoluciones; y mas abaxo se verá que esta es la causa de varios fenómenos extraordinarios que se miraban en otro tiempo

como una especie de milagros químicos, y que se explican muy fácilmente por la teoría que acabo de exponer.

### H. *Accion de los ácidos.*

§ 0 Aunque la poca atracción que la plata ejerce sobre el oxígeno hace á este metal mucho ménos alterable y soluble por los ácidos, que al mayor número de los que llevamos descritos hasta aquí, se distingue sin embargo infinito de los dos siguientes por el modo con que estos cuerpos quemados obran sobre él, siendo mucho mas alterable y soluble que ellos.

§ 1 El ácido sulfúrico no la ataca en frio; pero haciendo hervir tres ó quatro partes de este ácido concentrado sobre una de limaduras de plata, hay efervescencia, desprendimiento abundante de gas ácido sulfuroso, y el metal se convierte en una masa ó polvo blanco, que se disuelve enteramente en el agua avivada con un poco de ácido sulfúrico. Los químicos han comparado esta combinacion con la del mercurio en el mismo ácido, y en efecto hay algunos puntos de semejanza entre estos dos fenómenos; pero jamas se observa en este aquella porcion de óxido indisoluble que presenta el mercurio. Se saca por este medio una disolucion sin color de sulfato de plata con exceso de ácido, muy acre y cáustica, que da por la evaporacion unos cristalitos blancos y brillantes en forma de agujas ó prismas muy finos. Si la disolucion es mas concentrada, depone á medida que se enfria, pues al verificarse se desprende mucho calor, unos cristales en tablas bastante blancas y muy brillantes, que me han parecido formarse por la reunion de prismas tetraedros comprimidos.

§ 2 El sulfato de plata es bastante fixo al fuego, se funde y se hincha, se descompone á un calor fuerte, se ennegrece, da ácido sulfuroso, y gas oxígeno, y se reduce á plata pura y dúctil. Las vasijas en que se hace esta operacion se pintan á veces de un color amarillo aceytunado. La luz le colora aunque lentamente de pardo ó negro. El fósforo muy dividido y el azufre ardiendo le reducen en frio; y el car-



bon hecho ascua le descompone. Los ácidos no le alteran de modo alguno á excepcion del muriático que separa y le quita el óxide de plata. Todos los álcalis cáusticos y las tierras alcalinas le precipitan en óxide de plata gris, obscuro ó parduzco, sobre todo por el contacto de la luz. La cal le precipita en gris verdecino; el amoníaco, despues de haberle precipitado, le vuelve á disolver; las sales muriáticas, fosfóricas y fluóricas le precipitan tambien por una doble atraccion; los carbonates forman un precipitado de plata blanco insoluble. Todos los precipitados de esta sal, formados por las materias alcalinas, se reducen en vasos cerrados con auxilio del calor que desprende el gas oxígeno, y hace pasar el óxide al estado de plata pura. Los sulfuretos alcalinos y aun el agua cargada de hidrógeno sulfurado, igualmente que el mismo gas hidrógeno sulfurado, descomponen el sulfato de plata, y forman en su disolucion un precipitado negro de sulfureto de plata, porque el óxide se reduce por el hidrógeno al paso que la plata se une con el azufre.

53 El ácido sulfuroso no tiene accion alguna sobre la plata; pero su óxide se combina fácilmente con él; de par-do que es, toma, despues de haber sido separado de la disolucion nítrica por un álcali puro, la forma de unos granitos brillantes de color gris perlado. Este sulfite de plata no muda de color ni de naturaleza por el contacto de la luz. El ácido sulfuroso precipita la disolucion nítrica de este metal en un polvo blanco de sulfite de plata. Se consigue la misma sal baxo igual forma con el sulfite de amoníaco unido al nitrato de plata. Un exceso de este sulfite le vuelve á disolver, y forma una sal triple. Expuesto al sol este sulfite de amoníaco y plata, se cubre de una película de plata, y el líquido contiene entónces un sulfato de amoníaco. El ácido sulfuroso, ayudado por la atraccion del amoníaco, quita el oxígeno al óxide de plata; y mezclando óxide de plata con una disolucion de sulfite de amoníaco se disuelve en ella, y forma la misma sal triple igualmente descomponible por la luz. El muriato de amoníaco descompone al sulfite de plata, y el precipitado que en-

tónces se forma es negro y reducido en parte; de manera que en el líquido queda sulfato de amoníaco. Expuesto solo y puro á la luz el sulfite de plata se vuelve pardo sin descomponerse enteramente; calentado al soplete sobre un carbon despidiéndose ácido sulfuroso, se funde en una masa amarilla, y dexa un boton de plata pura; y tratado en un tubo de vidrio, que atraviase por un horno, da un poco de ácido sulfuroso, despues ácido sulfúrico, y dexa por residuo la plata reducida. La porcion que toca al vidrio se combina con él, y le da un color pardo claro ó de capuchina. Aunque muy poco soluble en el agua, sin embargo se hace perceptible con el ácido muriático que forma en ella una nube blanca: tiene un sabor acre y metálico. Los álcalis cáusticos le disuelven, y forman con él una sal triple análoga al sulfite amoniacal de plata, que acabamos de describir. Se ve que no puede haber sulfite sulfurado de plata.

54 El ácido nítrico ha pasado siempre por el verdadero disolvente de la plata, y en efecto quando se ponen en este ácido, ni mucho ni poco concentrado, hojas, alambres ó granos de plata, se nota inmediatamente una efervescencia. Si el vaso es cónico y muy alto, el gas nitroso que se desprende se disuelve en el ácido, y da color verde á la parte inferior; así se ve que no se debe atribuir este color al cobre quando desaparece, lo que hace en el momento en que el calor producido por la disolucion no dexa permanecer por mas tiempo disuelto en el líquido al gas nitroso. Si por el contrario el color verde es permanente, y pasa al azul, ó aumenta á medida que se hace la disolucion, se ha de inferir que es debido al cobre; y para convencerse mejor no hay mas que echar un poco de amoníaco en ella, el qual aumenta mucho la intensidad del azul, lo que no sucede con la plata pura. Quando este metal contiene un poco de oro, lo que acontece principalmente en las alhajas antiguas de plata, como el oro no es perceptiblemente soluble en el ácido nítrico en comparacion de la plata, á medida que esta se disuelve se presenta en el fondo del líquido un polvo negruzco ó ro-

xo obscuro, que no es mas que el oro empezado á oxidar, segun haré ver en otra parte. Sobre esta disolubilidad de la plata é indisolubilidad del oro está fundado el arte de separar ó apartar estos dos metales, y á esto se reduce lo que hay en quanto á los diversos fenómenos debidos á la plata en esta disolucion. Por lo que mira á los que corresponden al ácido nítrico se ve que se descompone aun en frio por la plata, la qual separa gas nitroso, absorve el oxígeno, y se disuelve al mismo tiempo en una porcion de ácido. Para esto es muy esencial tomar el ácido nítrico muy puro; porque si se echa mano de una *agua fuerte* que contenga ácido sulfúrico ó muriático, á medida que se disuelve la plata en el primero, es robada y precipitada en una materia blanca mas ó ménos espesa é indisoluble por uno de los otros dos: y así para asegurarse bien de la pureza de este ácido, quando se hacen disoluciones de plata, tan necesarias en los laboratorios de Química; en los de las artes, y sobre todo en los de las casas de moneda, no se gastan mas que *aguas fuertes precipitadas*, es decir, ácido nítrico mezclado primeramente con nitrato de plata, y separado del precipitado que forma, especialmente el ácido muriático, por una escrupulosa destilacion. El ácido nítrico disuelve mas de la mitad de su peso de plata.

§ 5 La disolucion nítrica de plata es un líquido blanco muy pesado, de una enorme causticidad que tiñe la epidermis, primero de color roxo de púrpura, y despues de negro, igualmente que las uñas, cabellos y todas las substancias animales; pero empleado en cantidad algo mayor ó mas concentrado que lo que se necesita para teñirlas simplemente, las ablanda, desorganiza, y disuelve descomponiéndolos; así quando se gasta para teñir los pelos, se debe aplicar con la mas seria atencion y con la mayor prudencia. Quando está bien extendido en agua para que no sea tan cáustico, tiene un sabor acerbo, astringente y muy amargo. El mayor número de experiencias y descubrimientos que se han hecho en la Química respecto á la plata ha sido sobre esta disolucion; y así esta es la parte

de su historia, que presenta al mismo tiempo mas pormenores é interes. Evaporando la disolucion nítrica de plata, que puede estar saturada de óxide sin contener un exceso de ácido á lo ménos muy sensible, hasta que forme una leve película en la superficie, y dexándola despues enfriar lentamente, depone unos cristales en forma de hojas delgadas, mas ó ménos anchas, transparentes, brillantes, y muchas veces como metálicas en su superficie, quando el líquido se ha expuesto á los rayos del sol durante su cristalización; su forma no ha sido aun determinada exâctamente: estas hojas representan ya unos hexâedros, ya unos quadrados, y ya unos triângulos colocados obliquamente, y no de llano unos sobre otros; sin embargo parecen formados por la reunion de pequeños prismas muy finos, apretados unos contra otros. El sabor de estos cristales de nitrato de plata es tan amargo que se le ha llamado *hiel de los metales*. Se conserva largo tiempo baxo esta forma, y no son deliquêscientes como algunos autores han asegurado.

56 El nitrato de plata cristalizado y expuesto á la luz del sol se ennegrece poco á poco, y aun se convierte en algunos puntos en hojuelas brillantes y metálicas de un lustre vivo, y que no puede ménos de reputarse por plata pura. Calentado en un crisol se funde prontamente en un líquido pardo, que se hincha y esponja perdiendo su agua de cristalización, y despues á un calor suave queda tranquilamente fundido. Si se le dexa enfriar en este estado de fusion se fixa en una masa gris obscura ó negruzca; y echándole en una rielera de hierro ó de cobre, ó mas bien en un molde compuesto de varios tubitos cilíndricos verticales, bien empapados en grasa ó en aceyte de antemano, se sacan unos cilindros á manera de lapiceros negruzcos por fuera, que presentan en su fractura unos radios como agujas, y que se gastan en la cirugía baxo el nombre bárbaro de *piedra infernal* en virtud de su causticidad. Para preparar este medicamento no se toman en las farmacias el trabajo de hacer cristalizar la disolucion nítrica de plata, sino que se evapora hasta sequedad, se

funde despues en un vaso de plata, y se derrama en el molde: el vaso que sirve de crisol se emplea tambien por último para estas disoluciones. No se ha de calentar demasiado tiempo el nitrato de plata que se quiere moldear en *piedra infernal*, la qual no es mas que esta sal privada de su agua de cristalización, y formando una masa coherente y sólida; porque si se tiene un poco mas de lo que es necesario para su fusion al fuego, y sobre todo si se aumenta inconsideradamente el calor se descompone y reduce á plata; y aun siempre se hallan en el fondo algunos glóbulos de este metal. Quando se calienta el nitrato de plata en una retorta, y por medio del aparato neumático químico se saca gas nitroso, gas oxígeno muy puro al principio, y mezclado despues con gas azoe, y se encuentra la plata pura y muy dúctil al fondo de la retorta. He visto varias veces en esta operación teñido el vidrio de las retortas y de los matraces de un color castaño muy hermoso, y he atribuido este efecto al óxido de manganeso unido con un poco de óxido de plata, que había penetrado al vidrio fundido ó reblandecido; porque otros muchos hechos me han manifestado que el óxido de plata puro y solo se vitrificaba de color verde aceytuna; quando se pone una hoja de nitrato de plata bien seco sobre las ascuas, hay una detonacion bastante brillante, sin que el nitrato se funda ni pierda de forma: viene esto á ser un centelleo que recorre toda la superficie de la sal, y luego que se ha concluido se encuentra sobre el carbon una capa mate muy blanca que adhiere á este cuerpo, y toma el pulimento vivo ó lustre propio de este metal quando se le frota con un cuerpo duro, ó se le pasa la uña por encima; la capa de carbon sólida, sobre que se pega, queda entera y ricamente plateada por este método sencillo. Boerhaave llamaba á esta repentina reduccion del nitrato de plata sobre las ascuas, *plata ardiente*.

§ 7 El nitrato de plata, que es muy soluble en el agua, se reduce por el gas hidrógeno y aun por el fósforo líquido. Por eso en las experiencias de Madama Fulham, exponiendo tafetanes y papeles cubiertos de solu-

cion nítrica de plata al contacto del gas hidrógeno, hubo reduccion del metal y plateado en aquella parte de estos tejidos que estaba impregnada de disolucion. Así se ve aquí el efecto de la atraccion del hidrógeno mucho mas fuerte para con el oxígeno que la de la plata con este principio. Mas de quince años ántes de los ensayos de la Dama inglesa, los químicos franceses Sage y Bullion habian descubierto que el fósforo puesto en una disolucion de nitrato de plata reducía poco á poco el metal, y que este precipitado sobre el cilindro del fósforo formaba un tubo metálico brillante, que le cubria y envolvía enteramente. Este tubo de plata puede separarse de él metiéndole en agua hirviendo, la qual funde al fósforo; y tiene toda la ductilidad, solidez y tenacidad de la plata pura. No hay pues nada mas de nuevo en el trabajo de Madama Fulham, que el modo mismo y la variedad de los métodos que ha empleado para presentar diferentes cuerpos combustibles divididos á las disoluciones metálicas; y quando trate del oro volveré á hablar sobre este punto. El carbon no reduce tampoco en frio la disolucion nítrica de plata. Es verosímil que algun dia se logrará esta reduccion por el gas hidrógeno carbonado. El azufre no la verifica sino quando se expone esta disolucion á su vapor al tiempo que arde, y sobre todo al contacto del gas hidrógeno sulfurado. En este último caso se produce por una parte un sulfureto de plata negro y pulverulento, y por otra una película brillante y metálica de plata. El mismo efecto produce el agua que tiene en disolucion hidrógeno sulfurado y el contacto del gas hidrógeno fosforado.

§ 8 Varios ácidos obran de un modo muy notable sobre la disolucion del nitrato de plata; el ácido sulfúrico la descompone y precipita sulfato de plata en polvo blanco pesado y dividido. El ácido sulfuroso forma tambien un precipitado de sulfite que se ennegrece á la luz. El ácido muriático da, quando se echa en esta disolucion, un precipitado blanco tan abundante y poco soluble, que se depone inmediatamente en copos pesados y gruesos, que ha largo tiempo se han comparado con la *cujada de le-*

*che*, y es un muriate de plata, de que hablaré mas abaxo. El ácido muriático oxígeno precipita igualmente la disolución de nitrato de plata. El ácido fosfórico forma tambien un fosfate de plata blanco insoluble, y el ácido fluórico produce un efecto semejante.

59 Descomponiendo al nitrato de plata todas las materias terreas y alcalinas separan de su disolución un óxide que de blanco que es al principio, pasa bien pronto á un color verde aceytuna; mientras que los mismos álcalis unidos al ácido carbónico le precipitan de un color blanco que jamas se altera. El amoníaco solo forma un precipitado muy corto, el qual vuelve á disolver quando se añade con exceso, produciéndose en este caso una sal triple amoniacal de plata. En general el óxide de este metal es tan soluble en el amoníaco, que le da un color leonado parduzco, y puede servir con mucha ventaja para separar este óxide de los de otros varios metales. Hay ademas una accion muy particular entre este óxide y el amoníaco, la qual tirando y aun llegando á descomponer estos dos cuerpos uno por otro, da origen á una preparación muy singular por su naturaleza y propiedades, que ha sido descubierta y publicada por el ciudadano Bertollet baxo el nombre de *plata fulminante* á fines de 1788.

60 Para sacar la plata fulminante ó el óxide de plata amoniacal se precipita el nitrato de plata bien puro y sin mezcla de cobre por el agua de cal; y se coloca este precipitado parduzco sobre papel de estraza, que absorve toda el agua y el nitrato calizo. En este estado se echa sobre él amoníaco bien puro y cáustico, y se nota un ruido semejante al que hace la cal viva quando se apaga con agua; el amoníaco no disuelve mas que una parte de este precipitado; y dexando reposar la mezcla durante diez ó doce horas, se forma en su superficie una película brillante que se vuelve á disolver con nueva porcion de amoníaco, y que jamas se presenta si se ha echado mucho álcali desde un principio; se decanta el líquido, y se depone sin agitacion alguna el precipitado negro que ocupa el fondo sobre pedacitos de papel de estraza, donde se distribuye

de modo que haya muy poco en cada uno. Este precipitado, aunque húmedo, fulmina con violencia quando se le hiere con un cuerpo duro; y si está seco basta el tocarle ó frotarle levemente para hacerle fulminar. La conmocion excitada por esta fulminacion puede comunicarse á otras porciones de plata fulminante puestas á mas de cinco centímetros de distancia de la primera. El líquido decantado de este precipitado calentado en una retorta de vidrio hace efervescencia, da gas ázoe, y se llena bien pronto de cristallitos opacos, brillantes y como metálicos, que fulminan quando se les toca, aunque cubiertos del líquido, y que á veces rompen los vasos con violencia. He visto quebrarse en pequenísimos fragmentos, ó reducirse á verdadero polvo con una violenta detonacion un vaso, en el qual hacia algunos meses que habia algunos cristallitos de estos, solo por frotarle un jóven interiormente con el dedo para limpiarle con ánimo de hacer en él otra experiencia. En todos estos efectos se reconoce la gran tendencia que tiene el óxide de plata á descomponer el amoníaco, la rapidez y violencia con que se verifica esta descomposicion, y la leve fuerza ó alteracion de equilibrio que se necesita para obrarse esta descomposicion, quando el mas pequeño frotamiento basta para hacerle fulminar. En la parte disuelta el óxide de plata parece estar al principio demasiado oxigenado para producir la fulminacion; pero la accion del fuego en la evaporacion obra la desoxidacion anunciada por el desprendimiento del gas ázoe, y forma el óxide de plata fulminante, indisoluble en el agua en que cristaliza. La película brillante, que cubre la primera disolucion amoniacal, es debida á una porcion de plata, á que roba el ayre su amoníaco; es menester disolverla por este álcali, porque su interposicion disminuye sino mucho la propiedad fulminante. El carbonato de amoníaco disuelve el óxide de plata precipitado por la cal con efervescencia y desprendimiento de ácido carbónico; pero queda bastante ácido de este para formar una sal triple que dexa un polvo amarillo no fulminante por la desecacion. Una mezcla de cobre, la absorcion del ácido



carbónico por el óxide de plata precipitado por medio de la cal, y dexado demasiado tiempo al ayre, y el amoníaco que contenga un poco de este ácido, disminuyen ó destruyen la propiedad fulminante del precipitado, bien sea porque se ha tomado plata aleada con cobre, bien porque no se ha separado bastante el nitrato de cal, que impregna al primer precipitado, bien porque se ha gastado un amoníaco que contenia ácido carbónico, ó bien en fin porque se le ha dexado al precipitado absorberlo de la atmósfera: he aquí porque pocas veces sale bien esta operación delicada. Me acuerdo con este motivo que, habiendo hallado desde el año de 1780 que no se precipitaba el nitrato de plata por el amoníaco, y deseando examinar su causa, hice recoger desde entónces cada año las mezclas de nitrato de plata y amoníaco, y me proponia estudiar sus propiedades, quando el ciudadano Bertollet publicó su descubrimiento á fines de 1787. Hubiera naturalmente hecho evaporar este líquido, é indefectiblemente hubiera conseguido una fulminacion muy violenta y peligrosa si las experiencias del ciudadano Bertollet no me hubieran advertido el peligro inminente que me preparaba sin pensarlo. Si se ha de juzgar por los violentos efectos de la pequeña cantidad que yo he oido y visto detonar, el gran volumen de plata fulminante que yo habia preparado, y recogia cada año, hubiera ocasionado una detonacion espantosa, que acaso hubiera sido acompañada de un gran peligro. No se ha de confundir este óxide por su propiedad fulminante con otros precipitados de plata igualmente fulminantes, que no tienen relacion alguna con este. La detonacion por el frotamiento es debida á la misma causa que la que produce una inflamacion y una oxidacion muy fuertes, hiriendo sobre un cuerpo duro al muriato sobreoxigenado de potasa con algunas materias combustibles; y se dexa conocer que en estos casos hay una aproximacion súbita de las moléculas, que á una pequeña distancia obran recíprocamente sobre sí mismas. Los precipitados del nitrato de plata por los álcalis fixos, tratados por el amoníaco, dan unos precipitados poco ful-

minantes en comparacion del que da el agua de cal.

61 Muchas sales tienen la propiedad de obrar sobre el nitrato de plata. Todos los sulfates enturbian la disolucion, y precipitan el sulfato de plata en polvo; los sulfites producen un efecto semejante; los muriates no solamente forman un poco poso pesado y grueso como una cuajada, sino que se reconocen generalmente por el aspecto que presentan sus disoluciones con el nitrato de plata. Los fosfates, fluates y borates solubles se portan poco mas ó ménos del mismo modo. Los carbonates, como ya he indicado, separan un carbonato de plata blanco é insoluble.

62 Teniendo la mayor parte de las substancias metálicas mas atraccion con el oxígeno que la plata, la precipitan de su disolucion nítrica, unas mucho ménos oxidada que lo que estaba, y otras absolutamente desprovista de oxígeno, y baxo su forma brillante y metálica. Entre estas precipitaciones hay dos principalmente que merecen una atencion mas seria de los químicos; la una porque presenta un fenómeno muy interesante, y la otra porque se executa por mayor en algunas artes donde se gasta con mucha utilidad. La primera forma lo que llaman el *árbol de Diana*, y es una separacion de la plata en estado de amálgama, y baxo una forma cristalina á manera de agujas, que se parece á un matorral. Lemery prescribia, para conseguirle, disolver una parte de plata en ácido nítrico no muy fuerte, extender la disolucion en veinte partes de agua destilada, y añadirla dos de mercurio vivo, siendo necesario quasi quarenta dias para lograr una vegetacion muy bella. Homberg describió despues un método mas corto, y que surte muy bien, el qual consiste en hacer una amálgama en frio con quatro partes de panes de plata y dos de mercurio, disolver esta amálgama en suficiente cantidad de ácido nítrico, y desleir la disolucion en treinta y dos veces su peso de los metales de agua. Se pone en una parte de este líquido una bolita blanda de amálgama de plata, é inmediatamente empieza á formarse el árbol de Diana. Tambien se consigue executar fácilmente

esta precipitacion, poniendo una amálgama blanda de plata en una mezcla de seis partes de disolucion nítrica de plata y quatro de disolucion nítrica de mercurio. En estos dos últimos métodos una parte del mercurio de la amálgama atraida por el de la disolucion, y robando el oxígeno á la plata, precipita á esta en forma metálica; y su precipitacion es auxiliada tambien por la atraccion que exerce sobre ella la porcion de mercurio no disuelta, igualmente que la porcion de plata de la amálgama. Todas las atracciones que obran simultáneamente executan con prontitud la separacion de la plata que se depone amalgamándose, y esta amálgama se depone en prismas prolongados que se colocan unos sobre otros á manera de ramas. Para hacerla mas bella se escoge un vaso cónico, y se cuida de no agitarla, para que se disponga simétrica y regularmente la amálgama, pues de otra manera se impediría la formacion del arbolillo.

63 La precipitacion de la plata metálica por el cobre es de mayor importancia que la anterior; pues es una de las operaciones que se practican mas comunmente en las casas de moneda y talleres de los plateros. En el momento en que se pone el cobre bien puro y limpio en la disolucion nítrica de plata, se vuelve la plancha parduzca, y se cubre de cristaliticos metálicos, de un color blanco mate, que van sucesivamente aumentándose, se agrupan al rededor de esta plancha, la rodean como una eflorescencia, no adhieren al cobre ni entre sí, se desprenden al menor váyven, y sobre todo quando se saca suavemente la plancha de cobre cargada de esta plata, que se comprime y parece condensarse al retirarla de la disolucion, para pasarla al agua clara, donde se menea bien. De este modo se separa en las casas de moneda la plata disuelta por la operacion del apartado; se ponen planchas de cobre en la disolucion, ó se pone sino esta en una vasija de cobre; la plata se separa en copos de un color gris blanquecino, y se decanta el líquido luego que se vuelve azul, y que ya no da mas plata; se lava esta en varias aguas, se recuece ligeramente en unos crisoles, y se despacha baxo el nom-

bre impropio de *cal de plata*, porque tiene la forma de unos granitos blancos y mates, que suelen contener un poco de cobre. Se funde tambien en unos crisoles, se pasa con plomo á la copela para separar la porcion de cobre que contiene, y esta viene á ser la plata mas pura del comercio, que llaman *plata fina* ó de doce dineros. A veces se valen algunos de esta precipitacion de la plata para aplicar este metal sobre el cobre, y formar una especie de plateado; pero contrae muy poca adherencia para que este plateado sea sólido, por lo que se prefiere la aplicacion de la plata en forma de amálgama sobre el cobre, y es lo que llaman *plata* en el arte del dorador y plateador.

64 El ácido muriático, hállese en el estado de concentracion que se quiera, gaseoso, vaporoso ó líquido; no obra sobre la plata, ni llega jamas á oxídarla. Se ha creído falsamente conseguir este efecto en lo que se ha llamado *apartado concentrado*; pero en esta operacion no es solo ácido muriático el que se desprende, sino un verdadero ácido muriático oxigenado. Cementando unas planchas de oro aleadas con plata con una mezcla de sulfato de hierro y muriato de sosa en un crisol, el ácido sulfúrico desprendido del sulfato de hierro por la accion del fuego se dirige sobre la sosa, desprende el ácido muriático que roba al óxido de hierro una porcion de su oxígeno, y que obra despues sobre la plata, á la qual cede este principio; de modo que, despues de haberla oxídado, se une como el ácido muriático regular con el óxido de este metal. Si el ácido muriático no puede obrar sobre la plata metálica á ménos que no sea oxigenado, como tiene mas atraccion con el óxido de plata que la mayor parte de los demas ácidos, sobre todo el sulfúrico y el nítrico desde el punto que se pone en contacto con estas disoluciones de plata, las descompone, las roba el óxido de plata, y forma con él una sal indisoluble blanca, que se precipita como una especie de cuajada, segun he anunciado mas arriba. Igualmente he hecho ver que los muriates obraban del mismo modo que el ácido muriático solo, y que formaban en las disoluciones sulfúrica y nítrica de plata un precipitado

semejante, al que forma el ácido puro. Por la misma razón de esta fácil precipitación es el nitrato de plata un reactivo muy sensible para indicar y reconocer en las aguas minerales y en todos los líquidos la presencia y cantidad de los muriates y del ácido muriático que se hallan disueltos en ellos. Bergman hizo ver que la *kana* sueca, que equivale á unos cinco quartillos de agua, que tuviesen solo un grano de muriate de sosa en disolución, manifestaba unas estrías muy perceptibles á las primeras gotas de nitrato de plata que se derramaban en ellas; así esta sal metálica indica la presencia de casi  $\frac{1}{100,000}$  de ácido muriático contenido en los líquidos, que es una sensibilidad que casi no tiene igual en los reactivos.

65. El muriate de plata, producto de la descomposición del nitrato por el ácido muriático ó los diferentes muriates, tiene la forma de polvo ó magma espeso y blanco: á la luz se vuelve pardo, violado, obscuro y negro, y es uno de los compuestos que se alteran mas pronto por el contacto de los rayos del sol. Sin embargo esta alteración solo se verifica en la superficie, y el interior se conserva blanco; es una de las sales metálicas mas fusibles que se conocen. Calentándola suavemente en un matraz ó vasija delgada se derrite como manteca, y se fixa despues por el enfriamiento en una masa gris semitransparente y muy parecida á algunas especies de cuerno, por lo que se llamaba antiguamente *luna córnea*. Si se echa sobre una piedra se fixa en una materia quebradiza, cristalizada en bellas agujas brillantes y como metálicas; y quando se calienta mas fuertemente en un crisol se hace en extremo fundente, y se filtra como si fuera por una red ó una arpillera perdiéndose en el fuego. En este caso siempre se halla un poco de plata reducida y diseminada en glóbulos en la porción del muriate fundido que queda. No se disuelve sino en mas de mil veces su peso de agua hirviendo, y el ciudadano Monnet dice que una libra de agua solo puede tomar por la ebullición tres ó quatro granos. Los carbonates alcalinos descomponen esta sal, y pre-

cipitan un óxide de plata de su disolucion; pero esta es tan débil que la precipitacion es muy poco sensible; y para nada puede servir este método, sin embargo es muy esencial para todos los talleres en que se trabaja la plata tener un medio seguro de sacar este metal de su muriate, porque sucede muy á menudo hallarse con esta sal á causa de las diversas operaciones que con ellas se hacen. Por otra parte en la Química nos valemos siempre de la plata extraida de su muriate, como la mas pura que se puede tener, por lo que antiguamente se llamaba *plata revificada de la luna córnea*, y los químicos procuraron buscar medios de reducir el muriate de plata. El método empleado mas generalmente, y que por su facilidad y buen éxito se ha hecho mas familiar en los obradores de afinacion, consiste en mezclar quatro partes de potasa del comercio, ó mas bien carbonato de potasa, con una de muriate de plata; poner la mezcla y fundirla rápidamente en un crisol, y concluida la fusion sacarle del fuego, dexasle enfriar lentamente, y romperle, y se halla un boton de plata baxo el muriate de potasa y el álcali fundidos. Quando se hace con rapidez la fundición se descompone muy bien todo el muriate de plata; no se pierde nada de él por entre las paredes del crisol, y la plata queda en el fondo muy pura. Se debe tener cuenta con el esponjamiento que producirá el desprendimiento del ácido carbónico en virtud del muriático, y así el crisol debe ser bastante grande para evitar el desperdicio de una parte de la materia. Bergman calcula que el muriate de plata contiene 0,75 de óxide de plata, y 0,25 de ácido muriático.

66 Se habia creído, y en efecto era muy obvio el creerlo, segun el orden de las atracciones mas generalmente conocidas entre los ácidos y los óxides metálicos, que la potasa y la sosa puras ó cáusticas descomponian al muriate de plata; pero el ciudadano Vauquelin ha hallado en esta sal una excepcion muy notable, que parece verificarse tambien hasta cierto punto con los óxides de mercurio y de plomo. Habiendo hecho calentar muriate de plata con una lexía de sosa cáustica, y notado que este

álcali no había tomado ni un solo átomo de ácido muriático, echó óxide de plata recién precipitado del nitrato de este metal por el agua de cal en una disolución de muriate de sosa; este precipitado todavía húmedo perdió de repente su color pardo, se volvió blanco, se reunió en gruesos copos ó una especie de magma cuajada, y al sabor salado de la disolución sucedió otro acre alcalino y cáustico. Evaporado el líquido que sobrenadaba, dió despues de la separación del precipitado, que era un verdadero muriate de plata, unos cristales de carbonate de sosa sin mezcla de sal marina. De esta experiencia resulta no solo que el ácido muriático tiene mas atracción con el óxide de plata que con la sosa, sino que tambien tiene este óxide la mayor atracción posible con el ácido muriático, pues los óxides de todos los demas metales son separados de él, y precipitados por los álcalis. Tambien halló el mismo químico que era menester emplear mucho óxide de plata para descomponer el muriate de sosa.

67 El muriate de plata es muy soluble en el amoníaco cáustico y líquido. Esta disolución, que es muy clara y sin color, padece una alteración muy notable quando se dexa expuesta al ayre. A medida que el amoníaco se derrama en la atmósfera se forma en su superficie una película que toma un color azulado ó iriseante muy bello: esta película que aumenta poco á poco de espesor se obscurece al mismo tiempo, y acaba por volverse de un gris sucio y negruzco al contacto de la luz. La materia que se separa de esta suerte á la superficie del líquido es fácil de reconocer por verdadero muriate de plata, que contiene un poco de metal reducido. Por lo demas el amoníaco produce constantemente el mismo efecto de disolución ó reducción mas ó ménos completa sobre todas las sales y precipitados de plata, como tengo ya indicado en la historia del nitrato de este metal.

68 Margraff dió á mitad del siglo XVIII un método particular para descomponer el muriate de plata por la via húmeda, el qual está fundado sobre un conocimiento exácto, y un empleo de las atracciones electivas dobles; pero es

demasiado dispendioso y difícil para que se pueda usar por mayor. Aconsejaba triturar en un mortero de mármol ó vidrio una parte de muriate de plata con tres de álcali volátil concreto ó carbonate de amoníaco; se añadía á esta mezcla bastante agua para formar con ella una masa, que se revolvía hasta que cesasen la efervescencia é hinchazon producidas por el desprendimiento del ácido carbónico; se echaban seis partes de mercurio, y se seguía trituyendo hasta tener una bella amálgama de plata; se lavaba esta sin dexar de triturar hasta que saliese clara el agua, y la amálgama quedase muy brillante en el fondo del mortero. Entónces se debía secar, y destilarla en una retorta de barro hasta que se pusiese candente, y el mercurio pasaba al recipiente quedando la plata pura y sin merma en el fondo de la retorta. En esta operacion el agua se llevaba el muriate de amoníaco en disolucion, y un polvo blanco que no era otra cosa mas que muriate de mercurio dulce con un poco de plata en polvo mate, y sublimando este muriate mercurial quedaba uno seguro de su naturaleza. Es evidente que en esta operacion, miéntras el amoníaco se une al ácido muriático, el mercurio roba el oxígeno al óxide de plata que se halla muy dividido, y le hace pasar al estado metálico, del mismo modo que en la preparacion del árbol de Diana, y que esta plata es fuertemente atraída por la porcion de mercurio que superabunda en su desoxidacion. Solo he citado y descrito aquí este método para probar que el muriate de plata, igualmente que el nitrato de este metal, es capaz de descomponerse y reducirse en frio por el mercurio.

69 Otros muchos metales, y sobre todo el bismut, antimonio, zinc, estaño, plomo, hierro y cobre pueden tambien descomponer por el mismo principio al muriate de plata. Algunas veces se ha recomendado su uso en la Química para sacar la plata de esta sal. En algunos libros se encarga fundir una parte de muriate de plata con tres de estos metales, y despues de la fusion se halla un boton de plata al fondo del crisol, quedando el metal en la superficie unido con el ácido muriático; pero como se



toma mas porcion de estos metales que la que se necesita para saturar el ácido muriático, se combina una parte de ellos con la plata que entónces sale aleada; y es menester afinar por el plomo y la copela; de modo que despues de esta operacion no se halla mas pura que quando se hace por los métodos ordinarios.

70 El ácido fosfórico se une con la plata desoxídada, y la precipita de su disolucion nítrica. El precipitado que se saca es blanco, pesado y grueso, y se funde á un fuego fuerte en una especie de esmalte verdecino ó aceytunado, segun se ha calentado mas ó ménos. Este fosfate de plata no es disoluble en el agua, y sí en un exceso de ácido fosfórico. Quando se trata en una retorta con carbon da un poco de fósforo, y se reduce la mayor parte á fosforeto de plata que contiene de 0,15 á 0,20 de fósforo. Por poco ácido sulfúrico que contenga el fosfórico, lo que sucede casi siempre, quando se extrae de los huesos por el método regular, he notado que evaporándole en vasijas de plata quedaban estas corroidas y penetradas al concentrarse bien el líquido; el fosfórico carga con el óxide de plata formado por el ácido sulfúrico, y fundiéndole en un crisol en vez de un vidrio transparente, se saca un esmalte gris verdecino, que en parte es fosforeto de plata.

71 El ácido fluórico no parece que ataca á la plata metálica; pero se une bien con su óxide formando una sal indisoluble que descomponen los demas ácidos, y de la qual arrojan al ácido fluórico. No se han examinado todavía las demas propiedades de esta sal que se ha confundido malamente con el muriate de plata, y que por precipitar el ácido fluórico al nitrato de plata en un polvo blanco y pesado ha hecho creer que era lo mismo que el ácido muriático.

72 El ácido borácico no obra de modo alguno sobre la plata. Se le combina con el óxide de este metal echando sobre su disolucion nítrica una disolucion de un borate qualquiera disoluble. El borate de plata se precipita en polvo blanco muy pesado é indisoluble. Todavía no se han examinado las propiedades de esta sal.

73 El ácido carbónico no tiene acción alguna sobre la plata; pero se une fácilmente con su óxide, y aun este, quando está húmedo, absorbe el ácido carbónico de la atmósfera saliendo muchas veces mal por esta absorcion la preparacion del óxide amoniacal fulminante, segun he apuntado mas arriba: quando se precipita el sulfato ó nitrato de plata por los carbonates alcalinos, se saca carbonato de plata en polvo blanco indisoluble. Esta sal que se ennegrece al contacto de la luz suelta fácilmente su ácido carbónico por la acción del fuego; y despues de haber dado gas oxígeno puro, que apenas excede de 0,11 á 0,12 por cien partes del óxide de plata mas completo, pasa al estado de plata dúctil.

74 Scheele describió el modo de portarse el ácido arsénico con la plata mediante la digestion, es decir, calentando este ácido disuelto en el agua con la plata; esta no es atacada hasta que evaporada el agua ó dando bastante fuego para vitrificar el ácido, se sublima ácido arsenioso, y queda una materia vidriosa blanca, que contiene la plata oxídada, y está cubierta de un vidrio amarillo obscuro. Calentando agua sobre esta especie de vidrios pulverizados, se vuelven de un color roxo parduzco, y el ácido arsénico disuelto carga con un poco de óxide de plata, el qual se muestra y precipita por el ácido muriático. El polvo pardo que no se disuelve se funde á un fuego mayor, y toma una semitransparencia, hasta que continuando mas el fuego queda reducida la plata. El nitrato de plata es precipitado de color pardo por el ácido arsénico, igualmente que por los arseniates; y el ácido muriático descompone este precipitado, y le quita la plata separándola del ácido arsénico. El amoniaco disuelve tambien á este arseniate de plata; y con motivo del color roxo del arseniate de plata, conseguido por esta precipitacion, creyeron algunos químicos haber hecho plata roxa, siendo así que esta, segun tengo dicho, es un óxide de plata y antimonio sulfurado (47). Scheele halló tambien que el ácido arsénico líquido mezclado con ácido muriático, y puesto en digestion sobre limaduras finas de plata, la oxídaba fa-

voreciendo su combinacion en muriate de plata. El ácido arsénico toma al mismo tiempo el estado de ácido arsenioso.

75 El ácido túnstico no parece tener accion sobre la plata; pero quita su óxide al nitrato de este metal que precipita en polvo blanco. Aun no se han examinado las propiedades de este tunstate de plata; y lo mismo sucede con el ácido molíbdico, cuya union con la plata no se conoce, aunque parece que precipita al nitrato de plata lo mismo que el ácido túnstico, y forma con el óxide de este metal una sal blanca pulverulenta é insoluble.

76 El ácido crómico, unido al óxide de plata, forma una combinacion muy particular. Echando cromate de potasa en la disolucion nítrica de plata se forma un precipitado pulverulento del mas bello color carmesí, y que se vuelve luego de color de púrpura exponiéndole á la luz. El cromate de plata calentado al soplete se funde ántes que se encienda el carbon sobre que se pone, y toma un aspecto negruzco y metálico; pulverizado en este estado todavía es de color de púrpura; pero al punto que se le calienta con la llama azul de la bugía dirigida por el soplete, toma la sal un color verde, y se separa la plata en glóbulos sembrados por la masa. El ácido crómico, descompuesto por el hidrógeno de la llama azul, vuelve al estado de óxide verde, y queda reducido el óxide de plata. Segun esto se puede prever que el cromate de plata de color de púrpura será descubierto algun dia entre las minas de este metal, si es que existe en la naturaleza.

### *I. Accion sobre las bases y las sales.*

77 La plata no forma combinacion alguna con las tierras. Quando se halla en estado de óxide puede unirse mediante la vitrificacion con algunas de ellas, y pintar los vidrios ó esmaltes con colores amarillentos, verdes de aceytuna y parduzcos, y así se gasta para sacar algunos de estos varios matices; pero no es metal rico y apreciable para este género de colorido.

78 Los álcalis cáusticos ó puros no hacen impresion alguna sobre la plata. Su óxide es únicamente soluble en el amoníaco, y si se expone por largo tiempo esta disolucion á la luz se descompone el amoníaco, se desprende gas ázoe, se forma agua, y queda la plata reducida. Hemos visto mas arriba que en algunos casos iba acompañada esta reduccion de una fuerte detonacion ó fulminacion, que podia aun promoverse por el contacto ó el mas leve frotamiento, ó á lo ménos por la presion quando la materia no estaba seca.

79 Ninguna sal propiamente dicha tiene accion sobre la plata, y este metal sale puro y sin alteracion de las pruebas á que se sujeta con las diversas materias salinas. No se oxída sensiblemente por los nitrates ó muríates sobreoxigenados, y los metales oxídables que contiene freqüentemente se dexan por el contrario quemar y destruir poco á poco por estas materias; pues como he hecho notar en otra parte, el nitro es uno de los medios para afinar y purificar la plata. Ademas tiene muy poca atraccion con el oxígeno para que sea posible alterarla por las disoluciones metálicas; no obstante que su óxide tiene mas atraccion, segun se ha visto, con el ácido muriático que la potasa ó la sosa.

#### K. Usos.

80 Se conocen demasiado los usos de la plata para que sea necesario entrar en pormenores sobre este punto. En todos los pueblos civilizados sirve para representar todas las producciones de la naturaleza y del arte, se alea con una determinada cantidad de cobre, y se acuña en una especie de medallas manuales y numerosas, que llamamos *monedas*, las cuales con una ley y peso constantes forman entre los hombres reunidos en sociedades cultas el precio de todas las mercancías y de todos los frutos. Bajo este punto de vista es el símbolo de la riqueza y de las conveniencias; pero la prosperidad de los pueblos no tanto pende de su cantidad real como de su pronta y rápida

circulacion. Su valor particular está fundado en su escasez ó abundancia; y como va aumentando siempre en masa por el que se extrae de la tierra, se multiplican tambien sus usos, de manera que poco á poco se va destinando para ciertas cosas y utensilios para los que hasta el dia no habia servido: este aumento se hace sensible de generacion en generacion y de siglo en siglo, no solo por la multiplicacion de los objetos fabricados de plata, sino tambien por el envilecimiento de las monedas de este metal, comparadas con las mercancías ó diversas producciones que representan.

81 El uso de la plata para utensilios, principalmente aquellos que sirven para las necesidades de la vida, y preparar ó tomar los alimentos, es el mas esencial de todos; y en esta consideracion es verdaderamente uno de los metales mas preciosos á causa de su inalterabilidad, inoxidable y indisolubilidad en una multitud de materias. Aun seria de desear que se destinase mas generalmente, con mas abundancia y mas á menudo á la servidumbre del interior de las casas, y que se mirase mas como un objeto de salubridad que como objeto de lujo. Se podrian tambien multiplicar en esta parte los beneficios que la plata puede hacer á los hombres, adelantando mucho mas que lo que se ha hecho hasta aquí el arte de aplicarla sobre el cobre, ó hacer lo que se llama *chapa de plata* con hojas delgadas de este metal, soldadas en alguna manera por el calor y la presion con planchas gruesas de cobre. Los miembros de la Academia de ciencias averiguaron y probaron en 1788 que si una hoja de plata pura en extremo delgada, se aplicaba exáctamente sobre el cobre, le defendia enteramente de la accion de todas las materias, y que con  $\frac{1}{30}$  á lo mas del peso del cobre aplicado en chapa de plata sobre este metal se podia hacer una batería de cocina muy útil y preferible en todo al cobre estañado, tanto por la confianza que mereceria como por su duracion.

82 Sin embargo, á pesar de estos sabios consejos de los hombres doctos y amigos de sus semejantes, casi no se

ve gastar vasija alguna con superficie de plata ó esta chapa tan ventajosa. Se reserva la plata para las artes y objetos de gusto; no se encuentra en las cocinas de los ricos, ni se preparan con ella los alimentos, consagrándose solo para el lujo, la ostentacion y el adorno superfluo. El arte de hacerla servir para el placer de la vista está en Francia prodigiosamente adelantado; y los artistas por una industria tan admirable como útil centuplican de mil maneras su precio real, pues guiados por el arte del diseño saben darla las formas mas bellas y graciosas. El brillo del pulimento ó bruñido mas vivo, contrapuesto á algunas partes de un blanco puro y mate, hace de la plata uno de los cuerpos mas bellos y que mas agradan á la vista. Batida en hojas tenuísimas, tirada en hilos delgados, mezclada con la seda y la lana, y aplicada sobre la superficie de la madera, de los demas metales y de una multitud de cuerpos, adorna nuestros muebles, nuestras casas y nuestros vestidos; baxo la forma de plateado resguarda á la mayor parte de las substancias que con ella se cubren, para que no padezcan alteracion alguna; y enriqueciendo á otras con su bello color, ó prestándolas su rico adorno, anula tambien sus propiedades desagradables ó peligrosas.

83 La medicina ha buscado inútilmente virtudes en la plata para curar ó calmar las enfermedades; pues tomándola combinada con los ácidos y el oxígeno, ha hallado solo en ella un cáustico violento, que no sirve mas que para algunas aplicaciones exteriores, y nunca debe recetarse interiormente, aunque algunos hayan aconsejado el nitrato de plata modificado de diversos modos baxo el nombre de *plata hidrágoga* de Boyle y Angelus Sala, *tinturas lunares*, *bezoárdica lunar* y *píldoras lunares*. En vano se la ha querido atribuir una qualidad fortificante y alexifármaca, pues una observacion mas severa ha probado que es absolutamente inactiva en su estado de metal. Aun hoy dia se ha desterrado de aquellos electuarios en que brillaba antiguamente á los ojos de los enfermos, y ha quedado reducido su uso á platear píldoras, cuyo color y propiedades desagradables oculta y disminuye.

## ARTICULO XXI.

*Del oro.*

## A. HISTORIA.

1 **S**ucede con el oro lo propio que con la plata. La época de su descubrimiento se pierde en la obscuridad de los tiempos, y la tradicion no ha dexado entre los hombres vestigio alguno de los acontecimientos que por la primera vez le diéron á conocer. No se puede dudar que sus bellas propiedades, su inalterabilidad é indestructibilidad hayan sido muy apreciadas desde el momento en que se descubrió, y que se hiciesen inmediatamente objeto de la estimacion, y casi culto general. Por eso aquella locura, que se propuso quiméricamente formarle ó crearle en un todo como la misma naturaleza, es una de las enfermedades que ha largo tiempo han afligido y atormentado á la especie humana; y miéntras que algunos fanáticos se han arruinado con vanos y miserables esfuerzos para producir el oro, la mayor parte de los hombres ha sido arrebatada por el deseo de adquirirle y amontonarle. El filósofo que calcula la multitud de delitos que esta pasion desenfrenada ha hecho cometer en el globo, se ve obligado á inferir de aquí que, á pesar de las ventajas que este metal ha proporcionado á la sociedad, la suma de los males que ha acarreado exceden mucho á la de los bienes que ha podido producir.

2 En la serie de indagaciones y experiencias numerosas que se han hecho sobre el oro, ocupan el primer lugar los largos y penosos trabajos emprendidos por los alquimistas, y abren, por decirlo así, la escena de sus descubrimientos químicos. Despues de haber coniderado el oro como el mas puro, perfecto, inalterable y simple de los metales; y despues de haberle condecorado con el vano título de Rey, le comparáron con el sol, y le representáron por el mismo emblema. Un círculo era la señal de su

perfeccion é inmutabilidad; y para ellos era el extremo, *lo summo* de la metalizacion, la obra más completa entre los fósiles, y poco faltó para que en su delirio le colocasen á la cabeza de toda la creacion. No solamente, segun ellos, no contenia nada de acre, ni de extraño á su naturaleza metálica, sino que tambien era producto de una perfecta madurez, y una incubacion completa. De aquí las lentas experiencias á que sujetaban los demas metales como para madurarles y perfeccionarles; y de aquí la infatigable paciencia con que procedian en sus investigaciones, y las figuras ridículas que también daban á sus instrumentos. Solo faltaba á la plata, como más próxima al estado de oro en sus hipotéticas opiniones, el grado último de mejora, una leve tinta y una especie de afinacion y fixamiento.

3 Autores desgraciados de un arte que jamas ha existido, y cuyo objeto es dudoso que jamas se determine, aunque no se puede asegurar que haya una absoluta imposibilidad de descubrir su naturaleza é íntima composicion, quanto mas trabajaban los alquimistas, mas parece que se separaban del objeto que se proponian. Hasta aquí todo nos prueba que el oro, así como los demas metales, es un cuerpo indestructible, del qual no se puede separar principio alguno, ni se puede descomponer, y que en todas las circunstancias de las operaciones químicas se presenta como una materia indescomponible. Por tanto, aunque nada hiciéron de lo que querian hacer los alquimistas, enseñáron á tratar el oro de muchos modos diferentes, á hacerle mudar de forma y propiedades, á restituirle á su primer estado, á hacerle salir puro, brillante é intacto de los infinitos tormentos á que le sujetaban, á obligarle á entrar en diferentes composiciones, y servir principalmente para varias operaciones curiosas ó útiles.

4 Los primeros químicos sistemáticos tomaron de las relaciones faustosas de los alquimistas los conocimientos que empezáron á recoger y disponer metódicamente sobre el oro. Igualmente se aprovecharon de los numerosos trabajos de los adeptos emprendidos con el objeto



siempre erróneo, y renovado hasta los tiempos de la física experimental, de encontrar en este metal una panacea ó un remedio universal. Todas las recetas de oro potable, de tinturas y elixíres auríficos, y todos los pretendidos medios de dividirlo, atenuarle y disolverle, han sido para los verdaderos químicos otros tantos hechos sobre sus afinidades y combinaciones. Los trabajos mas juiciosos de los docimastas y metalurgistas sobre el arte de ensayar, purificar, extraer, afinar, alear, fundir, vaciar, forjar, y emplear el oro de mil diferentes modos, han dado muchos y muy útiles pormenores á los químicos para componer la historia de este importante metal. En fin las numerosas é industrias prácticas de varias artes, en que se gasta el oro para darle cien formas diferentes, para multiplicarle en su superficie, y hacerle brillar en alhajas, han servido tambien mucho á los autores de los tratados de Química, y de esta fuente abundante han dimanado todos los hechos que componen su historia particular.

§ Entre todos los metales no ha habido uno que haya tenido mas historiadores particulares ó autores monógrafos que el oro. Aunque el mayor número de las obras de alquimia hayan sido una mera fábula, sin embargo pueden contarse en los tratados monográficos sobre el oro. Entre los que han comunicado mas hechos útiles ó singulares, y que sin estar totalmente desembarazados de ideas alquímicas, les han dado á lo ménos con alguna mas prudencia, se han de distinguir principalmente Gläuber, Claveo, Dickinsou, Helvetio, Orschal, Kunckel, Barba, Borrichio, Casio y Henckel. Boyle, Muschembroeck y Nollet entre los físicos son los que han recopilado mas hechos útiles sobre las propiedades físicas del oro. Walerio, Lewis, Eschembach, Gellert, Salchow, Tillet, De-Born, Ferber, Sage y Ribaucourt son los químicos que mejor han escrito, ya sobre los ensayes, ya sobre el beneficio por mayor, y ya sobre el conjunto de las propiedades de este precioso metal. Bergman y Scheele, y los ciudadanos Van-Marum y Bertollet han añadido últimamente otros hechos importantes sobre la oxidacion, disolucion y

varios compuestos, que es capaz de formar el oro.

6 Aunque desde el origen y establecimiento de la doctrina neumática no se hayan hecho, ni seguido indagaciones particulares sobre el oro, ha adelantado mucho esta doctrina el conocimiento de las propiedades de este precioso metal; y á ellos se deben atribuir las nociones exáctas que hoy tenemos sobre la oxidabilidad del oro, que ántes no se comprendía, su disolubilidad en algunos ácidos, y su indisolubilidad en otros; los diversos fenómenos de sus precipitaciones; las sales que forma; su poca atraccion con el oxígeno, comparada con la de otros metales; su combinacion fulminante con el amoníaco; y en una palabra todas las propiedades que le distinguen y caracterizan, segun lo van á probar los por menores en que ahora entraremos.

### *B. Propiedades físicas.*

7 El oro es uno de los mas brillantes y hermosos metales; tanto que su color amarillo particular y su resplandor extraordinario como que atraen y regocijan la vista, aunque quizá sean ménos vivos y agradables que los de la plata. Malouin notaba que en las lecciones que él daba sobre el oro se pintaba la alegría y el contento en el rostro de sus oyentes al aspecto de este metal; y es cierto, segun una experiencia familiar y muy freqüente, que una gran superficie de oro bien bruñida atrae la vista de todo el mundo, y excita en los que la miran un sentimiento de júbilo, ó una especie de placer, cuya impresion no es difícil de notar si se repara con atencion en aquellos que la reciben. No hay duda que este sentimiento viene de la misma naturaleza, é indica un placer real; y aunque la parte moral de los individuos movida por el precio que se da al oro contribuye á esto, sin embargo no se puede ménos de atribuir algo tambien á esta propiedad del color del oro, sin inferir por eso que este metal tenga una qualidad alexíttera y alexífármaca, como hace sesenta años que se creia en la medicina. El color del oro no es cons-

tante en su tono, y un gran número de circunstancias pueden hacerle variar: le hay amarillo blanquecino, amarillo pálido ó cetrino, amarillo verdoso y amarillo roxizo; pero es verosímil que estas diferencias demasiado grandes para deberse á sus diversos estados físicos, provenga de algunos metales con que se alea. Habiendo hallado Newton que una hoja de oro muy delgada, puesta entre el ojo y la luz, parecia de un color azul verdoso, infirió que este metal reflexando los rayos amarillos, admitia por refraccion en su interior un poco de luz azul, la qual despues de haberse reflexado por una y otra parte entre las moléculas metálicas, se extinguia enteramente.

8 La densidad del oro es tal que se le ha tenido largo tiempo por el cuerpo mas pesado de la naturaleza; pero hoy se sabe que solo ocupa el segundo lugar, y cede el primero al platino. Cronstedt y Valerio indicaron la relacion de su pesantez con la del agua, como 19,640 : 1000; Lewis la regulaba entre 19,300, y 19,400; y Muschembroeck la halló de 19,640, 19,521, y 19,238; pero se regula comunmente de 19,258: forjado es un poco mas pesado que fundido. Su dureza no es considerable, pues segun el ciudadano Guyton ocupa en quanto á esta propiedad el quinto lugar entre los metales; es bastante blando para que se le pueda doblar fácilmente en todos sentidos, y así es indispensable endurecerle por medio de una aleacion para gastarle; su elasticidad es débil lo mismo que su propiedad sonora, que se suele designar regularmente por el epíteto de obscura.

9 La ductilidad del oro es una de sus propiedades mas singulares, y la que excita mas admiracion quando se compara con la de los demas metales, reconociéndose su superioridad al considerar los fenómenos que de ella diman. Segun cálculos muy bien hechos por Valerio, Reaumur, Lewis y Geoffroy &c., un grano solo de oro puede dar un hilo de quinientos pies de largo; y aun Boerhaave cita, segun Casio, un operario de Ausburgo, bastante diestro para haber tirado efectivamente un grano de oro en un hilo de quinientos pies. Una onza de este metal pue-

de dorar un hilo de plata de quatrocientas quarenta y quatro leguas, y un grano de oro convertido en hojas ó pannes puede cubrir una área de mas de 1,400 pulgadas quadradas, pudiendo atenuarse de tal suerte que ocupe 65,90 veces el espacio que ántes ocupaba. Su tenacidad es tambien la mas considerable que se conoce, pues un hilo de oro de un décimo de pulgada de diámetro sostiene un peso de quinientas libras sin romperse. Reaumur nota que una capa ú hoja de oro, que cubra  $\frac{14}{1.000.000}$  de una pulgada de hilo de plata, forma un tubo continuo y opaco, que segun la experiencia de Haller, se puede sacar entero, y separado de la plata disolviendo esta en el ácido nítrico. Esta asombrosa ductilidad del oro se debilita y convierte en una dureza y elasticidad mas fuertes quando se bate, comprime, y se pasa por la hilera. Entónces se dice que se temple el oro, pero se le vuelve su acostumbrada ductilidad recojiéndole, ó enrojeciéndole al fuego, y dexándole enfriar lentamente.

10 El oro es buen conductor del calórico; pero no se ha determinado exáctamente esta propiedad, ni ménos su dilatabilidad por la accion del fuego, aunque en general se sabe que sigue poco mas ó ménos la razon de su fusibilidad. El oro se enroxece al penetrarse de una suficiente cantidad de calórico, y luego que ha tomado un color roxo brillante como una ascua, se ablanda, se funde y corre. La fusion del oro puro es bastante fácil: Mortimer la regulaba á los 1,300° del termómetro de Farenheit. El ciudadano Guyton la ha determinado á los 32 del pirómetro de Weedgwood, quando, segun he dicho, determina la de la plata á 28. Se observa en los talleres de los plateros que las limaduras y granalla de oro se funde con mas dificultad que las barras ó gruesos pedazos; que cuesta mucho hacer una sola pieza por medio de la fusion de los pequeños fragmentos, y que quedan freqüentemente á manera de los de la plata en glóbulos separados. Así para reunirlos en una masa homogénea, lo que llaman *juntar el oro*, echan en su crisol un poco de nitro ó bórax,

que destruye al parecer los cuerpecitos extraños ó polvo de que estan cubiertos los fragmentos de oro y plata, que les impiden reunirse. Otra observacion práctica, no ménos importante sobre la fusion del oro, es que si no se le da mas que el simple grado de calor necesario para fundirle, sale agrio despues de enfriarse; por lo que se ven obligados á elevar mucho mas alta su temperatura para conservarle su ductilidad. El mismo inconveniente hay si se le enfría muy de repente, y si se le pasa á una rielera ó un molde frio; por lo qual se deben calentar estos utensilios ántes de echar en ellos el oro fundido.

11 Aumentando el calor del oro fundido parece tomar otra forma mas convexa en su superficie, al paso que se baxa quando se fixa. Lewis atribuye á este efecto la poca exáctitud de las formas que toma el oro puro en los moldes. Si se dexa enfriar lentamente, y si en el momento en que se fixa su superficie se hace salir, quebrando un poco de la costra sólida, la porcion líquida que cubre toma una forma cristalina y regular en el hueco que dexa esta porcion decantada; la qual han conseguido y descrito bien Mongez y Tillet, y vienen á ser unas pirámides quadrangulares muy claras y distintas, ú octaedros regulares; cuya figura presenta en la misma naturaleza. Si se continúa calentándole quando se halla en perfecta fusion, se le ve agitarse, girar; digámoslo así, sobre sí mismo, y tomar una especie de movimiento de ebullicion. Este fenómeno bien observado al foco del espejo ustorio de la Academia por Homberg y Macquer, y que se puede ver siempre que se funde un globulito de oro al soplete, se termina por una verdadera volatilizacion del oro; y aunque esta sublimacion y evaporacion sean ménos notables que las de la plata; aunque el oro sea realmente ménos volátil que esta, sin duda á causa de su densidad casi doble, no obstante se eleva en vapores. Macquer le vió en forma de humo, levantado á cinco ó seis pulgadas, fixarse y adherirse á la superficie de una hoja de plata, dorándola perfectamente; por esto se ve que hay una leve pérdida de oro y plata quando se tienen estos metales fundidos largo

tiempo á aquella alta temperatura que les agita y reduce á vapores.

12 El oro no tiene olor ni sabor, lo que debe á la aproximacion de sus moléculas ó densidad; y no presenta, á lo ménos de un modo tan sensible, aquella atmósfera que circunda á la mayor parte de las demas sustancias metálicas, tan bien caracterizadas por estas dos propiedades distintivas. Es muy buen conductor del fluido eléctrico, y de aquella facultad irritante del órgano muscular, llamada galbanismo en las experiencias modernas.

### C. *Historia natural.*

13 Es todavía un problema en la Mineralogia y en la Química el saber si el oro se halla mineralizado en el globo, ó si solo por el contrario se encuentra simplemente sembrado en aquellas minas tan diversas de naturaleza y propiedades de que se saca. Muchas veces se encuentra en estado metálico y brillante; pero hay tantos minerales en los que se manifiesta, ó de los quales se saca, que para tomar una idea clara de su historia natural es indispensable tratar primero del oro nativo, y despues del oro oculto en los minerales auríferos, sean de la naturaleza que se fueren.

14 El oro nativo, tan fácil de reconocer por su color, su brillo y su peso, se halla con tanta frecuencia en la superficie é interior del globo, aunque en general poco abundante, que Bergman creyó que despues del hierro era este metal el mas universalmente esparcido. Baxo la forma de pedacitos aislados, hojuelas ó granitos corre con la arena por la madre de los arroyos y rios, que le arrastran de las montañas ó terrenos en que toman nacimiento. Así se encuentra frecüentemente en el Perú, en Africa, en Alemania y en Francia. Cinco libras de arena en Africa contienen muchas veces sesenta y tres granos de oro, miéntras que en Francia es bastante raro hallar arena que por cien libras dé veinte á veinte y quatro granos. Sin embargo puede beneficiarse esta arena con ventaja, y aun se ha propuesto,

aunque sin suceso, beneficiar una arena de Hungría, que solo da de diez á doce granos de oro por cada 10,000 libras. La arena mas aurífera es la roxa ó la parduzca.

15 El segundo estado en que se halla el oro nativo es en partículas ó pedazos mas ó ménos gruesos, encerrados en una ganga que casi siempre es de cuarzo, á veces de jaspe, roca córnea &c. El Perú, el reyno de México, la Siberia, la Hungría, el Tirol y la Francia &c. le presentan mas particularmente en este estado. La figura de este oro nativo varía mucho; se halla en hojuelas, pajitas, granos, cristales octaédricos, prismas tetraedros, pirámides de quatro caras, forma capilar, ó en masas irregulares que llaman *riñones*. Esta mina de oro es la que da origen á la arena aurífera.

16 No se ha de creer que el oro nativo sea oro enteramente puro; pues está aleado con cobre, plata, hierro y aun mercurio: he aquí lo que le da aquellos colores tan varios, que distinguen al oro de tal ó tal pais, el amarillo pálido, amarillo obscuro, amarillo roxizo, amarillo verdoso, el oro dúctil, duro, flexible y quebradizo; porque todas estas propiedades presenta en los diversos trozos de oro nativo de diferentes paises, que se comparan entre sí; de manera que mirando este oro nativo como una verdadera especie entre las minas de este metal, mas bien se debería colocar entre las aleaciones naturales en un sistema mineralógico, fundado en la naturaleza íntima de los fósiles, que es el único que los conocimientos actuales nos obligan hoy día á admitir.

17 Mr. Kirvan cuenta cinco especies de minas que contienen oro, y que coloca por consiguiente en seguida á la única verdadera especie de minas de este metal; es decir, el oro nativo; y son las piritas amarillas ó marciales, las piritas arsenicales, la mina de plata blanca, roxa ó vidriosa, la mina sulfurosa de plata, hierro, plomo y manganeso de Transilvania; y por último el cobre y hierro sulfurados con manganeso. Es verdad que siempre añade al principio de cada uno de estos artículos las palabras *oro mezclado*. Lo que da bien á entender que considera

estas minas como otras tantas mezclas, y que cree juntamente con Bergman que el oro se halla en ellas sembrado y no mineralizado. Bergman observa en efecto, despues de haber examinado varias piritas auríferas, que el oro que se extrae de ellas por su digestion en el ácido nítrico tiene la figura de granitos angulosos, los que prueban que este metal existia en el estado de simple mezcla, y no de composicion en las piritas: por tanto las minas de cobre, cobalto, hierro, antimonio, plomo y plata, de que se extrae á menudo el oro por los trabajos docimásticos y metalúrgicos, contienen sin duda este metal simplemente diseminado entre sus moléculas; y se puede creer que, quando estas minas se descomponen, eflorescen, sulfatizan y disuelven, el oro que se separa de ellas es arrastrado por las aguas, y depuesto entre las arenas, como si fuera oro nativo.

18 No obstante es quizá necesario distinguir de estas minas en que el oro parece hallarse diseminado con todas sus propiedades, las de Faltzbay, Offembaya y Nagyag en Transilvania, en las cuales sospechó al principio De-Born con otros varios mineralogistas que el oro se hallaba combinado con el azufre, antimonio, arsénico, hierro y plata, y en las que Mr. Klaprot halló en Enero de 1798 el metal nuevo llamado *telurio*; pues este metal, que antes se habia reputado por antimonio, parece tener una atraccion muy grande con el oro. Sin embargo el químico de Berlin no se ha explicado todavía sobre este punto, y lo que se ha visto sobre los otros minerales auríferos, en que el oro se halla diseminado, nos induce á creer que tambien en estas presenta el mismo estado de simple mezcla. Se ha de notar aquí que, á excepcion del oro, ó *metallum problematicum* de Faltzbay, en que el oro se halla solo en la pequeña proporcion de dos milésimos, la mina de Offembaya contiene solo 0,30, la mina amarilla de Nagyag 0,27, y la mina folicular gris del mismo parage 0,08 y medio de oro.

19 De lo que acabamos de decir sobre la historia natural del oro resulta que este metal no existe puro y bien



aislado en ningun fósil; que se halla siempre en estado de aleacion; que aun este es su único estado en el globo; que á veces se encuentra diseminado ó mezclado con otras minas, y no se conocen sulfuretos, ni óxídes, ni sales de oro en la naturaleza; lo que depende seguramente de la poca atraccion que el oro exerce sobre los demas cuerpos naturales, y de la fuerza que aproxima sus propias moléculas, segun lo probarán mejor todos los hechos de su historia química.

#### D. *Ensaye y metalurgia.*

20 No hay ensayes mas sencillos y fáciles de hacer que los de las minas de oro, principalmente las que se llaman de *oro nativo*; pero quando se trata de los minerales sulfurosos auríferos ya se encuentran mas dificultades, y para ensayarles se debe proceder por la via húmeda, siendo preferibles en este caso los métodos indicados por Bergman. El oro nativo, aleado regularmente con cobre, plata y hierro, se trata con el ácido nitro-muriático; la plata se depone espontáneamente en muriate de plata indisoluble, y un quinto de su peso corresponde á este metal; el oro se precipita en polvo fino por el sulfate de hierro; el hierro se pone de manifiesto con el prusiate de potasa, y el cobre se separa por el hierro: cada una de estas operaciones se hace sobre porciones particulares de oro nativo.

21 Los sulfuretos de hierro auríferos se reducen á polvo, y se les hace digerir en ácido nítrico debilitado á 45° de temperatura, empleando en diferentes veces seis partes de este ácido para cada una de mina, hasta que quede separado y puro el azufre con su color natural. Se necesitan de doce á diez y seis partes de ácido para una de pirita. El azufre queda en la superficie del líquido, y el oro se encuentra al fondo en polvo pardo. Se le separa de la ganga indisoluble por la locion, y entónces es quando se observa la forma angulosa de las partículas de oro, lo que indica haber estado diseminadas en la mina. Los demas metales, el hierro, el cobré, el zinc y las gangas térreas,

calizas y aluminosas, que pueden hallarse en los sulfuretos auríferos, se reconocen y separan por los diferentes métodos apuntados en los artículos que les conciernen. Los pesos reunidos de todas las substancias conseguidas por este medio deben corresponder al peso total de la mina. Así se ve que todas estas operaciones pueden servir para el análisis de todos los minerales auríferos, sean de la de la naturaleza que se fueren.

22 Por lo que toca á las minas de oro de Transilvania, en que Mr. Klaprot halló el nuevo metal que llamó *telurio*, he aquí pues como hizo su ensaye analítico. Las hizo calentar en seis partes de ácido muriático, añadiendo tres de ácido nítrico que puso á hervir, y logró por este medio una disolucion completa; precipitó esta disolucion por la potasa cáustica que echó con bastante abundancia para que volviese á disolver el poso blanco formado al principio, despues de lo qual quedáron unos copos pardos, compuestos de óxides de oro y de hierro. Echó ácido muriático en la disolucion alcalina hasta que ya no se precipitó mas polvo blanco, cuidando siempre de no echarle con exceso, despues de lo qual trató este polvo con un aceyte craso, calentándole en una retorta hasta que llegó á enrojecerse. Este óxide de telurio se reduxo á metal blanco, brillante y cristalizado, una parte del qual se volatilizó, y examinándole con particularidad halló en él las propiedades que he dicho en otra parte. Mr. Bindheim habia ya analizado ántes de Mr. Klaprot la mina de Nagyag por un método que puede tener sus ventajas para encontrar y extraer el oro, aunque no bastó para hacerle descubrir el metal particular contenido en ella. Despues de haber tenido la mina pulverizada en un crisol abierto hasta tanto que se quemó todo el azufre, echó el residuo aun caliente en el agua, y quedó en ella una materia parda, roxiza indisoluble. La hizo digerir despues de seca en tres partes de ácido nitro-muriático, al qual añadió éter revolviéndole mucho: el éter cargó con el oro, y le reduxo, y despues de evaporarle al fuego quedó este metal duro y dúctil.

23 Los métodos seguidos en la extraccion del oro son sencillos y fáciles de comprehender despues de lo expuesto sobre los trabajos metalúrgicos en todos los artículos precedentes. La arena aurífera de los rios se lava á la mano en artesas ó vasijas de madera por hombres que se dedican á esto, y llaman *lavadores de oro*. El oro nativo solo necesita extraerse de su ganga y reunirse: para esto se quebranta, se lava para arrastrar la ganga que reducida á polvo se la lleva el agua, se tritura en un molino lleno de agua con diez ó doce veces su peso de mercurio, y se decanta el agua que lleva todo lo que es terroso. Estando ya muy brillante y separada la amálgama de la tierra, se exprime en unas pieles para separar la porcion de mercurio excedente. La porcion espesa y sólida que queda se calienta en retortas de barro hasta enrojecerse, con lo que se separa el mercurio, y el oro se funde en barras.

24 Por lo que hace al oro que se halla sembrado ó combinado en las minas de plata, cobre ó plomo, se extrae por la liquacion, copelacion y apartado. El plomo que corre durante la liquacion del cobre argentífero y aurífero lleva consigo la plata y el oro, y despues se le copela para escorificar el plomo. El oro y la plata quedan intactos y aleados, y se les separa por medio del apartado, que se describirá quando hablemos de esta aleacion. Tambien se ha propuesto tratar las piritas auríferas por la amalgamacion, cuyo aprovechamiento y buen éxito verificado ya en Alemania y en el Perú prueba que el oro se halla en ellas en un simple estado de diseminacion, y no combinado.

#### E. Oxdabilidad por el ayre.

25 Entre todos los metales conocidos hasta aquí no hay uno mas indestructible é inalterable que el oro por el contacto del ayre: es el único que conserva su lustre, brillo, color, y toda su pureza al descubierto, y el único que resiste á la sucesion de los siglos. Los dorados de todos los edificios públicos, que suelen citar los químicos

para probar esta inalterabilidad del oro por el ayre, y los vapores que transporta, son exemplos muy débiles en comparacion de aquellas estrellas de oro puestas en las bóvedas de los templos edificados millares de años ha por los egipcios, y que muchos viajeros modernos han visto en nuestros días resplandecer con todo su brillo sobre las ruinas de estas bóvedas inmensas que se han burlado hasta del tiempo devorador. El oro por esta bella propiedad dista mucho de la plata, cuyo color se empaña y ennegrece si permanece expuesta por largo tiempo al ayre.

26. Por fuerte y durable que sea el calor de los hornos, en que se tiene fundido el oro, no es suficiente para alterarle, y ni aun convertir en óxide la menor partícula de él. Claveo, Kunckel y Boyle tuviéron fundido el oro por espacio de meses enteros al mayor fuego de los hornos, y no notáron en él alteracion alguna. El ciudadano Baumé dice haber tenido durante todo un año una porcion de oro molido siempre rusiente, y en una vasija en que penetraba el ayre, sin que le sobreviniese alteracion particular. No obstante los alquimistas pretendiéron que era capaz de oxidarse este metal á un fuego de reverbero. Quando el oro está bien fundido y candente se advierte en su superficie una llama verdecina ó de color de agua muy perceptible; pero hoy dia es evidente que, si no se ha podido alterar al oro en ninguna de estas experiencias, es por no haberse empleado una temperatura bastante elevada, como lo demuestran los resultados siguientes.

27. Habiendo expuesto Homberg oro puro al foco del espejo ustorio de Tchirnausen vió humear á este metal, reducirse á vapor, y cubrirse de un óxide vitrificado de color de violeta. Se atribuyó este hecho á algunos cuerpos extraños, y especialmente al carbon en que se sostenia, hasta que Macquer emprendió de nuevo las experiencias de Homberg con el nuevo espejo ustorio de la Academia mucho mas fuerte que el de Tchirnausen. Despues de haber verificado la volatilizacion del oro, y haberlo visto

moverse con una rapidez grande sobre sí mismo al foco de dicho espejo, observó que se cubria de una película mate y arrugada, que se formaba con el tiempo en medio de esta especie de velo una vitrificación sólida, formándose una esférula menor que el glóbulo de oro, y hallándose encajada en él, así como la córnea transparente sobre el globo del ojo. Esta vitrificación se extendió poco á poco, y formó una especie de casquete muy perceptible, al paso que el oro iba tambien disminuyendo; el carbon que servia de apoyo se vió siempre con una mancha de color de púrpura, debida seguramente al poco vidrio que absorbía. Segun esto no cabe duda en que el oro se oxida por este medio, sobre todo quando por los demas estados de este metal se halla que es susceptible de tomar muchas veces esta forma de polvo pardo ó púrpura obscuro, color que es uno de los indicios mas seguros para reconocer su oxidación.

28 El ciudadano Comus es el primero que ha descrito en 1773 el efecto de la electricidad sobre una hoja de oro colocada entre dos naypes, é indicado que se convertia en un polvo violado adherente al papel, y le parecia una *cal* de oro, segun entónces se llamaban los óxides metálicos. Tambien ha largo tiempo que se sabia que el oro tomaba el mismo color por el contacto y ebulicion del ácido nítrico en el apartado, y que le comunicaba á los vidrios y esmaltes en los barnices y pinturas de la porcelana; pero los químicos no miraban estas alteraciones del oro como productos de una oxidación, porque veian pasar fácil y prontamente estos colores al brillante del oro por la accion del fuego; y así se inclinaron á mirar esta oxidación como una simple division del metal, hasta que el ciudadano Van-Marum halló en los grandes efectos de la máquina eléctrica de Teyler, establecida en Harlem, el medio de quemar el oro con tal claridad que ya no puede ponerse en duda su verdadera combustibilidad. Suspendido en el ayre un hilo de oro, y puesto en comunicacion con un conductor eléctrico para que le atravesase la chispa fulminante, se quiebra, se enciende con una llama ver-

de muy perceptible, y se convierte en un polvo que se lleva el ayre como si fuera humo, bastando muy poco ayre para verificarse la combustibilidad del oro. En virtud de la inflamacion de este metal, conseguida por la chispa eléctrica en recipientes llenos de gas hidrógeno y otros fluidos elásticos inaptos para la combustion, se ha pasado hasta creer que esta experiencia podria servir de grande objecion contra la doctrina neumática; pero el descubrimiento de la descomposicion del agua por la electricidad, y la presencia constante de este líquido en la mayor parte de los gases, ha destruido esta objecion. Es sabido que tambien se verifica esta oxídacion del oro de color violado sobre los muebles dorados que hiere ó lame el rayo quando cae en alguna habitacion.

29. El óxide de oro formado por los métodos que acabo de indicar es fácil de reducir por la poca adherencia que tiene con el oxígeno. El contacto solo del calórico basta para desprenderle y restituirle mas ó ménos prontamente al estado metálico. Se cree que este óxide de color de púrpura contiene cinco ó seis por ciento de oxígeno; que no es este el último término de la oxídacion del oro, pues se puede elevar á ocho ó diez por ciento, como haré ver mas adelante; que por la sola accion del ayre, la alta temperatura y la conmocion eléctrica es imposible hacer pasar del color violado esta oxídacion del oro; que el óxide de color de púrpura, conseguido en tan corta cantidad, y tan difícilmente por estas operaciones, no es capaz de absorver al ayre la porcion de oxígeno con que puede unirse en otras operaciones químicas; que por consiguiente es inalterable al ayre, y conserva en él por largo tiempo su brillante y hermoso color; y que no obstante esto le descompone y reduce al estado metálico una larga exposicion á la luz del sol, quando no se halla este óxide en una combinacion vitriforme.

*F. Union con los cuerpos combustibles.*

30 Hay muchos cuerpos combustibles con los cuales puede combinarse el oro; sin embargo no contraen con él union el ázoe, hidrógeno, carbono, azufre ni diamante. El hidrógeno reduce fácilmente su óxide de color de púrpura, y aun su óxide mas elevado unido con los ácidos de que hablaremos luego. Se ha creído que el carbon quando cubria al oro fundido le volvia agrio; pero la práctica que se sigue en algunas casas de moneda de echar carbon en los crisoles en que se funde, prueba lo contrario de esta asercion. El azufre tiene tan poca atraccion con el oro, y por otra parte tanta con los demas metales, que se gasta para separarles, y especialmente la plata del oro, segun diremos abaxo hablando de las aleaciones de este metal. Los sulfuretos alcalinos tienen la propiedad de disolver fácilmente el oro. Quando se funden en un crisol partes iguales de potasa ó sosa y azufre con un octavo de su peso total de panes de oro, este se combina con el sulfureto, y desaparece. Vertida esta materia sobre una plancha, y disuelta despues en el agua, no presenta rastro alguno de oro metálico. Todo se disuelve en el agua; pero se pueden precipitar el azufre y el oro por los ácidos, sacando luego puro y aislado este metal, calentando el precipitado en un crisol para que se volatilice el azufre. No cabe duda en que el oro se halla en estado de óxide de color de púrpura en esta combinacion, y que su oxidacion se efectúa por la descomposicion del agua que tiene el sulfureto alcalino. Pero es muy extraño que Stahl hiciese una disertacion formal sobre la disolucion del Becerro de oro de los israelitas, para probar que Moyses hizo esta disolucion por medio del sulfureto de potasa.

31 Pelletier ha probado que el fósforo se combinaba con el oro calentando en un crisol un mixto de una parte de limaduras finas de oro con dos de ácido fosfórico vídrioso y un octavo de carbon; una gran parte del fósforo desprendido del ácido se volatilizó, pero quedó la otra

menor unida con el oro: este metal era mas blanco y frágil, tenia una apariencia de cristalización, y contenia solo al parecer  $\frac{1}{24}$  de su peso de fósforo. Llegó igualmente á combinarse el fósforo con el oro echándole sobre el metal quando estaba bien fusiente en un crisol, y salió el mismo resultado que en la primera experiencia, tomando el oro  $\frac{1}{24}$  de fósforo. Baxó de color, y se hizo granugiento, quebradizo, y algo mas fusible que ántes. El fósforo se separa de él en forma de vapor, é inflamándose, quando se mantiene algun tiempo en fusion el fosforeto de oro.

32 El oro es capaz de alearse con la mayor parte de las substancias metálicas, que mudan singularmente sus propiedades. El arsénico le vuelve agrio, quebradizo, difícil de limar, de una textura granugienta, y sobre todo de un color muy baxo; tambien se suele volver muy gris por esta especie de aleacion. Se le quita el arsénico por la accion del fuego; pero es menester que sea fuerte y continuado por largo tiempo, porque las últimas porciones de arsénico adhieren mucho á este metal. Todavía no se ha hecho uso alguno de esta aleacion.

33 Aun no se ha examinado la union del oro con el tungsteno, molibdeno, cromo, titanio, uranio y manganeso.

34 La combinacion del oro y cobalto no se diferenciaba notablemente de este último metal quando está puro, segun los químicos que han hablado de él. Valerio dice que esta aleacion hecha polvo fino, y calentada al descubier-to, da despues de su oxidacion, y por medio de un calor fuerte, un vidrio azul obscuro aurífero.

35 Hablando Cronstedt de la union del níquel con el oro no dice otra cosa mas que da una masa blanca y frágil.

36 El bismut fundido con el oro da tambien una aleacion quebradiza, cuya fragilidad es relativa á la proporcion de bismut que se gasta. Añaden que la pesantez específica de esta aleacion es mayor que la media que pa-



rece debería resultar de los dos metales combinados.

37 El antimonio vuelve tambien al oro agrio y quebradizo. Esta aleacion á partes iguales no dista mucho del oro, segun algunos autores, por lo tocante á su forma. Los alquimistas se valiéron mucho de esta combinacion en sus indagaciones, y llamaban ridículamente al antimonio *baño del Rey ó baño Real*. Pretendian que aumentaba la cantidad del oro quando se le separaba de la aleacion despues de haber estado fundido con este metal; pero se ha probado por experiencias exâctas que esta asercion era falsa, y que esto dependia de no haber purificado enteramente el metal, y haber dexado en él un exceso de antimonio. Tambien se ha gastado mucho en otro tiempo el sulfureto de antimonio para afinar el oro y separar con ayuda del azufre los metales que estan unidos con él. Se llamaba este mineral el *lobo de los metales* en el language figurado de los alquimistas, porque el sulfureto de antimonio obraba de esta suerte sobre todas las substancias metálicas, y de ninguna manera sobre el oro. Despues de haber separado del oro los metales que le alteraban por medio del su fureto de antimonio, se saca el oro aleado con el antimonio, y se purifica ó afina teniéndole mas ó ménos tiempo en fusion, y auxiliando al fin la oxídacion del antimonio por el nitro. Se gasta freqüentemente el sulfureto de antimonio para separar del oro el estaño ó el hierro, que se le arranca con mucha dificultad por la copelacion con el plomo ó bismut; pero hay otros varios medios de executar esta separacion, como luego verémos.

38 El oro se une muy fácilmente con el mercurio. El ciudadano Guyton ha hallado que aplicado en planchas sobre el mercurio exígia mas fuerza para ser separado de él que otro metal; representa este esfuerzo por el número 446, siendo así que no se necesita mas que un peso igual á 429 para levantar la plata, segun he dicho en otra parte. Desde el punto que el mercurio toca al oro se aplasta, se extiende sobre todos los puntos de su superficie, la penetra, la cubre exâctamente, y hace desaparecer su color. Todos los que gastan mercurio en sus operaciones co-

nocen bien este efecto, y evitan cuidadosamente todo contacto entre los dos metales. Si se mete por algunos momentos en el mercurio una plancha, una barra, un vaso ó una alhaja qualquiera de oro, se penetra íntimamente, y se vuelve al instante frágil; y si permanece en él algun tiempo se ablanda, y se funde inmediatamente. Por tanto se cuenta el mercurio entre los disolventes de los metales; y quando se trituran hojas de oro con mercurio se les ve aproximarse y estrecharse prontamente con él al paso que las absorbe, pudiéndose cargar de este modo en frio con toda la cantidad de oro que es capaz de admitir. Valerio ha notado que una parte de oro tenia la propiedad de espesar diez de mercurio; y si se aumenta la proporcion del oro adquiere la amálgama solidez. Haciendo esta operacion por mayor como en las casas de los doradores, se auxilia la combinacion del oro y el mercurio con la accion de un fuego manso. Esta amálgama saturada de oro es de un color amarillo mas ó ménos intenso, y fusible á un leve calor, y cristaliza por el enfriamiento en tablas ó prismas quadrangulares, ó en dendritas compuestas de pequeños octaedros: un calor mas fuerte la descompone, y desprende al mercurio; pero las últimas porciones de él siempre se extraen con mucha dificultad. Ningun metal separa al oro del mercurio, ántes bien parece que el oro le puede quitar á los demas metales.

39 Aunque el oro sea muy difícil de oxídarse por el ayre ayudado de la accion del fuego, segun ya he manifestado, los alquimistas pretendieron que se le podia *calcinar* por medio del mercurio. El ciudadano Baumé asegura haberlo conseguido de este modo, el qual se reduce á poner en un matraz de suelo llano un poco de mercurio con  $\frac{1}{48}$  de su peso de oro, y cuyo cuello se haya alargado á la lámpara de esmaltador, y quebrado en su extremidad capilar; se pone este vaso sobre un baño de arena, y se le calienta, como se hace con el mercurio solo quando se le quiere convertir en óxide roxo, que llamaban en otro tiempo *precipitado per se*; es decir, mantenerle leve

y continuamente hirviendo durante varios días seguidos, despues de lo qual se sacan segun el químico citado los dos óxides á un tiempo de mercurio y oro, y esto en un espacio mucho menor de tiempo que el que se necesita para la oxidacion del mercurio solo. Si se confirma este fenómeno por nuevas experiencias probará que la division del oro executada por el mercurio contribuye singularmente á su combinacion con el oxígeno, y que juntos estos dos metales aceleran reciprocamente su propia oxidacion.

40 La amálgama de oro se gasta especialmente para el dorado á molido sobre plata, cobre y hierro.

41 El oro se alea fácilmente con el zinc mediante la fusion, de lo que resulta una aleacion mas pálida que el oro, poco maleable, y muchas veces del todo quebradiza si la proporcion del zinc es algo considerable. Esta aleacion á partes iguales es de una pesantez específica mayor que la media de los dos metales, y da un metal muy agrio de grano fino, muy duro, susceptible de un bello pulimento poco alterable al ayre, y la qual en virtud de estas propiedades ha sido recomendada por Hellot para la construccion de espejos de telescopio. Si se unen diez partes de zinc con una de oro, y se inflama esta aleacion fundida en un crisol, el zinc sublimado al ayre arrastra consigo al oro, segun lo notáron los químicos antiguos; advertencia que aplicáron igualmente al antimonio, pues aconsejaban no calentar con demasiada violencia al antimonio aurífero para no perder una buena porcion de él. El oro aleado con zinc se separa fácilmente por todos los ácidos que disuelven con efervescencia á este último metal sin tocar al primero: no obstante las últimas porciones del zinc son preservadas por el oro de la accion de los ácidos; y he aquí por qué se debe juntar la accion del nítro á la de estos. Se ha observado que el zinc no entra fácilmente en la copela, y que mas bien se levanta sobre el oro, oxidado en forma de una seta, quando se le quiere arrancar por medio del plomo. Para este caso se aconseja el bismut; pero tampoco este lo logra completamente.

42 El oro se combina con mucha facilidad y prouti-

tud por la fusion con el estaño. Esta aleacion es muy temida de todos los operarios que trabajan el oro, porque le quita toda su ductilidad, y aun se teme el simple vapor del estaño fundido, porque aseguran ser igualmente capaz de hacer al oro muy quebradizo, y en efecto esta aleacion es tan frágil que se puede reducir á polvo en un almirez. Calentado este polvo al contacto del ayre se ennegrece segun Valerio, y luego blanquea: no se vuelve amarillo ni roxo; no se ven en él partículas de oro, ni aun con las lentes de mas aumento; y despues de haber elevado mucho mas la oxidacion, ni aun el mercurio es capaz de separar el oro de él. Quando se vitrifica este óxide mixto se saca un vidrio amarillo, y se separa al mismo tiempo una porcion de metal compuesto de estaño y oro, segun advirtió tambien Brandt. Esta aleacion es ménos densa que lo que indica el cálculo de los dos metales segun los ensayes de Kraft.

43 Por mucho cuidado que se ponga en evitar el que se alee el oro con el estaño, se encuentra á menudo esta combinacion en los talleres de los plateros á causa de las alhajas soldadas con estaño, que aunque raspadas ántes de fundirse conservan siempre lo bastante para quitar toda la ductilidad á masas de oro muy considerables. Este oro alterado por el estaño es muy difícil de purificar y volver otra vez dúcil. El estaño no pasa con el plomo, y ni aun con el bismut en la copelacion; el nitro, el bórax, y aun el muriate sobreoxigenado de mercurio, que se gastan frecuentemente con este fin, tampoco alcanzan siempre á afinarle. Si se ablanda por estos medios conserva todavía muchas veces el defecto de hendirse y agrietarse al martillo. No hay mejor medio de lograr esta afinacion, que tratarle por el sulfureto de antimonio. Tambien se puede echar mano para esto del ácido muriático, el qual disuelve el estaño quando se halla en una proporcion algo fuerte.

44 El plomo que se une fácilmente con el oro por medio de la fusion, no le priva tanto de su ductilidad como el estaño, aunque no dexa de hacerle perder bastante al-

terando al mismo tiempo su color, y empañándole. Junker asegura que fundiendo plomo en un vaso de boca estrecha, sobre la qual se exponga el oro al vapor de este metal por espacio de una hora, se vuelve quebradiza la pieza de oro. La aleacion del oro con el plomo es una de aquellas que se purifican y descomponen mas fácilmente á causa de la oxidabilidad y vitrificacion del plomo. Basta tenerla por largo tiempo enrojecida al contacto del ayre, principalmente en un vaso poroso y capaz de absorver el óxide de plomo vitificado, para privar enteramente al oro de la mezcla de este metal. Así se hace quando se copela el oro, cuya copelacion muy parecida á la de la plata, se diferencia solo en una cosa, y es que puede y aun debe hacerse á un fuego mayor, porque el plomo abandona con mas lentitud al oro, el qual retiene con mucha fuerza las últimas porciones, y porque el oro que resiste mucho mas al fuego está ménos expuesto á padecer pérdida que la plata.

45. El hierro se alea fácilmente con el oro, y forma con él una masa dura y frágil. Lewis halló tan duras algunas aleaciones de estas, que dixo podrian servir para navajas de afeytar. Partes iguales de hierro y oro dan una masa gris; quatro partes de hierro y una de oro forman una aleacion que casi tiene el color de la plata; y Gellert observó que esta aleacion tiene una pesantez específica, menor que la que indica la suma de las densidades respectivas de los dos metales. El oro fundido adhiere muy fácilmente al hierro, por lo qual se ha propuesto soldar las piezas de acero con oro, y se ha notado que esta soldadura era muy preferible á la de cobre. El oro alterado por el hierro es muy difícil de purificar, y solo el bismut puede arrancársele por la copelacion no bastando el plomo para ello. El sulfureto de antimonio es muy á propósito para esta separacion á causa de la grande atraccion del hierro con el azufre.

46. El cobre se combina íntima y fácilmente con el oro mediante la fusion. Esta aleacion es una de las más usadas, porque es la que da mas firmeza ó dureza al oro.

demasiado blando por sí mismo para gastarse puro y solo en las diversas obras á que se destina, y tambien porque en vez de debilitar ó encubrir el color del oro, le aumenta y realza muy perceptiblemente. Muschembroeck hizo una serie de indagaciones interesantes sobre las aleaciones del oro y del cobre, y segun él la proporcion que da al oro mayor firmeza sin disminuir notablemente su ductilidad, es la de una parte de cobre para siete de oro. Esta aleacion es mucho mas fusible que el oro, y así sirve especialmente para soldar las piezas de este metal unas con otras. Quando se quiere purificar el oro, y separarle enteramente del cobre que contiene, se le copela con el plomo: oxidándose y vitrificándose este último metal arrastra consigo fácilmente al cobre, el qual se oxida al mismo tiempo, y se combina con el vidrio de plomo que le hace penetrar por los poros de la copela. A veces se gasta tambien para esto el nitro que se echa sobre la aleacion quando está fundida; pero este método con dificultad extrae todo el cobre que se halla unido con el oro. El ciudadano Brisson ha hallado que habia penetracion recíproca en la aleacion de oro y cobre, y que la pesantez específica de esta mezcla era mayor que la suma de las pesantezas específicas de los dos metales separados. Así el oro de la ley de Paris, es decir, de una parte de cobre sobre once de oro da por pesantez específica 17,486, quando si no hubiese penetracion entre estos dos metales debería ser solamente 17,156, poco mas ó ménos lo que hace un aumento de densidad de quasi  $\frac{1}{51}$ .

47 La plata se alea bien con el oro. Homberg notó que quando se funden partes iguales de estos dos metales en un crisol, se separan fácilmente, aunque el oro que baja al fondo retenga sin embargo casi un séptimo de su peso de plata. Justí pretendió que se podian separar estos dos metales por la sola fusion continuada largo tiempo; pero este método no merece ni con mucho el elogio que su autor le ha dado, pues el oro retiene siempre plata, y la plata un poco de oro; de manera que puede decirse que estos

dos metales se separan en dos aleaciones diferentes, una inferior de oro argentífero, y otra superior de plata aurífera. Quando se revuelven bien estos dos metales fundidos se forma una aleacion homogénea. Ya he notado en otra parte que la plata debilitaba mucho, y aun cubria enteramente el color del cobre. Gellert observó que la aleacion de oro y plata tomaba solo un leve aumento de pesantez específica; y Muschembroeck halló que una parte de plata daba á dos de oro la mayor consistencia ó firmeza posible. Por lo que hace al color es muy singular que un vigésimo de plata produzca tal alteracion en el oro, que le blanquee extraordinariamente. Tambien se ha de observar que la adición de la plata comunica al oro rigidez, elasticidad y dureza. Con esta aleacion se hace oro amarillo, pálido y verde para alhajas; y en las platerías y casas de moneda se gastaba en otro tiempo mucho mas que ahora esta misma aleacion: tambien sirve para soldar el oro, y para las placas de esmaltar, y se halla frecuentemente en la plata y el oro del comercio, que por lo tanto es preciso afinar. Todos los dorados, y lo que así llaman en los obradores de los plateros, no son mas que unas aleaciones de oro y plata, cuyas proporciones es necesario conocer exáctamente, y cuya separacion es muy esencial. Despues de haberlas copelado con plomo se tratan con el ácido nítrico, que disuelve la plata sin tocar el oro, y esta operacion es una de las mas importantes de la docimástica, y una de las que merecen ser mejor conocidas por la gran importancia de que es para todas las artes que trabajan el oro y la plata.

48 Aunque en la Química se llama generalmente *apartado* toda operacion que tiene por objeto separar los metales entre sí, se aplica mas particularmente esta denominacion á las aleaciones de oro y plata, porque estos dos metales, como mas importantes y preciosos que todos los demas, requieren tambien otros cuidados, y una atencion mayor. Hay diferentes métodos para apartar una masa compuesta de oro y de plata. Se empieza generalmente por reconocer la naturaleza y proporcion de la aleacion

de un modo que, aunque sencillo, pide mucho hábito y ejercicio; y así en los obradores hay un oficial encargado particularmente de este trabajo. Se funda, así como el apartado mismo, sobre la disolubilidad y oxídabilidad de la plata, y la inalterabilidad del oro; y se reduce á frotar la aleacion sobre una piedra dura, ó un jaspe que conserva una señal, sobre la qual se echan unas gotas de agua fuerte: si es solo plata no queda nada, y si solo oro permanece toda la señal; y comparado lo que queda con lo que desapareció, se determina el quilate del oro. Ya se echa de ver que este medio puede servir igualmente para el oro aleado con cobre; y aun se usa con mas frecuencia en las platerías para esta última que para la primera aleacion. Se acostumbran á juzgar diestramente de este primer ensaye á la piedra de toque, exercitándose en un principio con aleaciones conocidas de todas las proporciones posibles; y así solo el color de la huella dexada por la aleacion sobre la piedra indica á los que estan exercitados en esto la naturaleza de ella, ó á lo ménos les manifiesta muy próximamente la relacion en que se hallan los dos metales. Pero si este primer ensaye basta para juzgar del valor de las piezas pequeñas, si da una primera noción suficiente para guiar en la operacion que debe servir para hacer el apartado de la masa aleada, no satisface completamente al que quiere conocer con exâctitud la aleacion de oro y plata.

49 Hay varios métodos de hacer el apartado de una masa aleada de oro y plata, distinguiéndose especialmente el *apartado seco*, el *de fermentacion* ó *concentrado*, el *inverso*; y el *apartado por el ácido nítrico* ó *agua fuerte*. El primero se hace con el azufre; el segundo por una mezcla de sulfato de hierro y sal marina, que se cementa en un crisol con planchas de la aleacion, y lo que obra en este caso sobre la plata es el ácido muriático oxigenado. El apartado inverso se hace por el ácido nitro-muriático que disuelve al oro, y reduce la plata á muriate insoluble. Estas tres primeras especies de apartados rara vez se usan, porque ó son embarazosas



ó poco exâctas; y así se valen comunmente del apartado del ácido nítrico como mas sencillo y seguro. Para hacer el apartado ordinario, que es el que sigue al ensaye, y debe dar un conocimiento positivo de la naturaleza de la aleacion, es preciso ante todas cosas que la proporcion de la plata sea doble á lo ménos que la del oro, y aun la mayor parte de los ensayadores exíge que la plata contenga los  $\frac{3}{4}$  de la aleacion; y he aquí por qué se añaden de plata muchas veces á la masa para llegar á esta proporcion, que llaman *inquartacion*. Hecha esta adicion, y no conteniendo la aleacion bien copelada mas que oro y plata, se extiende sobre el yunque el boton, que regularmente es de tres gramas; se pasa por el laminador, cuidando de recocerle para que no se rompa y llene de grietas; y haciendo la planchuela bastante fuerte para que pueda tener resistencia y conservar su forma, aunque tambien bastante delgada para que se pliegue fácilmente, se arrolla sobre una pluma ó un molde de hierro hecho al intento; se hace con ella una espiral que se introduce en un matracito cónico; y se echa sobre ella cosa de siete ú ocho veces su peso de ácido nítrico muy puro, ó agua fuerte precipitada á 32° del areómetro, extendida en la mitad de agua pura. Se pone el vasito sobre el rescoldo ó un baño de arena hasta que haya bastante efervescencia y desprendimiento de gas nitroso, y se calienta suavemente mientras despiden vapores rojos; pasados estos, y cesando la efervescencia al momento que se quita el matraz del fuego, queda la operacion terminada, disuelta la mayor parte de la plata, y el oro queda en la forma de trompetilla ó espiral con un color de púrpura obscuro. No obstante, para asegurarse mejor de que se ha separado toda la plata del oro, despues de haber decantado poco á poco el primer ácido, se vuelven á echar todavía quatro partes de ácido nítrico á 30°, y se hacen hervir un rato para acabar de quitar toda la plata al oro. Se decanta despues el ácido con cuidado para sacar entera la espiral de oro; se lava esta en agua pura, y se ve que ha quedado

muy delgada y acribillada; se hace despues caer con el agua volviendo boca abaxo el matraz en un crisolito, procurando que no se rompa; se vierte el agua, y se recuece ó enroxece algun tanto el metal hasta que toma su brillo y hermoso color; se pesa en una balanza muy exâcta, y se juzga de la cantidad de aleacion y del quilate del oro por el peso que ha perdido. Para tener un conocimiento exâctísimo de este quilate se divide en decimales la cantidad de oro ensayada, y se valúan las pérdidas mas leves con fracciones de peso muy pequeñas. Antiguamente se suponía dividida en quatro partes la masa de oro que se ensayaba, y se llamaban karats, y cada parte en otras treinta y dos, que se llamaban treinta y dos avos de karat. El karat en el peso efectivo, que llamaban *semelle*, venia á ser un grano peso de marco; de manera que el treinta y dos avo de karat era un treinta y dos avo de grano. A veces el karat representaba solamente medio grano en el peso llamado *media semelle*, y entónces el treinta y dos avo de karat era un sesenta y quatro avo de grano efectivo.

§ 0 Algunos químicos han creído que en el apartado del oro aleado con plata se disolvía un poco de oro, como parece indicarlo el color de púrpura obscuro de la espiral ó trompetilla que queda; pero se ha averiguado que esta cantidad era tan pequeña, que no podia interesar ni dar inquietud á los que comercian en ello; y mas adelante volveré á hablar sobre este punto en la historia del tratamiento del oro por los ácidos. Varios célebres docimastas, y principalmente Cramer, Schindler y Schluter, han creído que la espiral de oro del apartado retenia un poco de plata, que ellos llamaban *sobrecarga ó interhalt*; Hellot, Macquer y Tillet aseguran por el contrario que no contiene una cantidad perceptible; y el ciudadano Sagé dice sin embargo que disuelto el oro de apartado en el ácido nitro-muriático precipita siempre al cabo de algunas horas un poco de muriate de plata.

§ 1 En el apartado por mayor no se toman las mismas precauciones que en el apartado de ensaye, porque

no se busca la proporcion exâcta entre los dos metales, sino solo el oro afinado ú oro puro; y así se contentan con convertir en granalla el oro aleado con plata; ponerle en matraces de suelo llano ó en botellas de barro; echar sobre ello dos ó tres veces su peso de ácido nítrico á 38 ó 40°; calentarle á un fuego manso; decantar el líquido despues de verificarse la disolucion; es decir, despues de cesar el movimiento de efervescencia y desprendimiento de gas nitroso; echar de nuevo otra pequeña cantidad de ácido, que se hace hervir sobre el residuo; hacerlo hervir por tercera vez con otra adicion de ácido para acabar de llevar toda la plata; lavar el oro diferentes veces con mucha agua; y por último fundir el oro que queda al fondo de las vasijas en forma de polvo y fragmentos de color de púrpura obscuro, en crisoles donde se echa un poco de nitro, y esto es lo que se llama *oro de apartado*. En esta misma operacion que constituye la afinacion del oro se prepara al mismo tiempo la plata pura conocida baxo el nombre de *plata de apartado*. Para conseguirla se echan en unos barreños el ácido nítrico del apartado y las aguas de la locion del oro; se extienden en mucha agua, y se mete en ella una plancha de cobre por espacio de quarenta y ocho á sesenta horas; entónces se decanta el líquido azul ó la disolucion de cobre que se ha formado; se lava en mucha agua la plata metálica depuesta por el cobre en granitos cristalizados y brillantes; y se la recuece para sacar lo que llaman impropriamente *cal de plata*, ó se funde y reúne todo con ayuda del nitro que la purifica mas, para formar barras con ella. El líquido azul, ó disolucion nítrica, que resulta de esta precipitacion del nitrato de plata de apartado, se gasta especialmente en Inglaterra para la preparacion de las *cenizas azules*, mezclándola con cal muerta; y aun se ha pretendido que era preferible á la simple disolucion inmediata del cobre, atribuyéndolo á la poca plata que contenia; pero este error quedó desvanecido por las experiencias de Pellerier.

*G. Accion sobre el agua y los óxides.*

§ 2 Está bien averiguado que no hay accion alguna entre el oro y el agua, y la atraccion de este metal con el oxígeno es demasiado débil para que se le pueda quitar al hidrógeno. Sin embargo hay un caso en que parece que el oro se une al oxígeno del agua, pero sin que su atraccion para con este principio sea la causa determinante de su descomposicion ó de la separacion del oxígeno y del hidrógeno, y es aquel en que estos dos cuerpos se hallan á un mismo tiempo expuestos á la conmocion eléctrica. Se creyó por algun tiempo, en virtud de las brillantes experiencias del ciudadano Van-Marum sobre la inflamacion de los metales por esta conmocion, que se podia verificar dicha inflamacion en el vacío ó en otros gases diferentes del ayre atmosférico; y aun se pasó á hacer de este fenómeno, que daban ya por bien averiguado, una objecion espiciosa contra la doctrina francesa ó neumática, quando se descubrió de allí á poco que se descomponia el agua por la chispa eléctrica, y se separaba en sus dos elementos gaseosos: desde entónces se aclararon en un todo aquellas experiencias en que se creía efectuar la inflamacion y oxidacion de la plata, del oro y otros muchos metales en el vacío, ó sin gas oxígeno. Se vió que el agua reducida á vapor, disuelta en los gases, y descompuesta por la electricidad, suministraba á estos metales el oxígeno que necesitaban para quemarse; y léjos de servir de objecion contra la Química neumática este fenómeno bien apreciado, se ha vuelto una de las pruebas mas fuertes, y una de las basas mas sólidas de esta doctrina, cuya suerte ha quedado fixada para siempre. Segun esto se puede creer que por una atraccion predisponente, y en virtud de la descomposicion preliminar del agua oxídan y disuelven tan fácilmente al oro los sulfuretos alcalinos; disolucion y oxidacion que habia sido imposible comprender y explicar hasta aquí.

§ 3 No tiene el oro accion alguna directa sobre los

óxides metálicos; ántes bien léjos de alterarles y quitarles el oxígeno, el óxide de oro es quien cede el suyo á todos los demas metales; y así se ve á estos quitarle en el instante, y mas ó ménos completamente, este principio, haciendo presentar al oro baxo su forma brillante y metálica, como se verifica en sus disoluciones. Ni tampoco es necesario para esto que la mayor parte de estos metales, sobre todo aquellos que son muy ansiosos de oxígeno, y capaces de absorber gran porcion de él, se hallen en estado metálico. Basta muchas veces que no esten saturados completamente de él, como se advierte en el zinc, el estaño y el hierro, para que puedan quitársele, sea total ó parcialmente, de cuyos efectos interesantes presentaremos luego algunos exemplos. Hay tambien casos en que el óxide de oro, partiendo solamente una porcion de su oxígeno con otros óxides metálicos, queda con ellos en combinaciones que matiza de diversos colores, lo que haré ver mas abaxo en la composicion de los esmaltes, de los vidrios colorados y de los baños de loza fina.

#### *H. Accion sobre los ácidos.*

54 Hay una notable diferencia entre el oro y la plata en el modo con que el primero resiste á la mayor parte de los ácidos; miéntras que, como se ha visto en el artículo precedente, se oxida fácilmente la plata, y se disuelve por varios de ellos. El ácido sulfúrico mas concentrado, ayudado del calor mas fuerte, ni el ácido sulfuroso, muriático, fosfórico, fluórico, ni ningun otro ácido tiene accion sobre el oro por mas tiempo que se dexen en contacto con él, ó por qualquier modo que se les trate: solo los ácidos nítrico, nitro-muriático, y muriático oxigenado tienen una accion ya leve ó ya fuerte sobre este metal.

55 Brandt fué quien halló por una especie de casualidad, queriendo hacer el apartado de oro y plata por el ácido nítrico concentrado, empleado varias veces seguidas, destilado hasta sequedad, y hervido sobre el oro que queda-

ba despues de la plata, que el primero de estos metales se disolvia, y daba un color leonado al ácido, de modo que habia mas oro que plata disuelto en la última porcion de ácido añadido, pues la proporcion del primero era á la del segundo como 19 es á 12. Se repitió esta experiencia varias veces ante la Academia de Suecia, y tuvo constantemente el éxito que su autor habia anunciado. El ácido nítrico era muy puro; y el oro fué precipitado en estado metálico y esponjoso por la plata que puso dentro de él. Citando Lewis este resultado le atribuye á la extrema concentracion del ácido llevada hasta sequedad: Scheffer y Bergman lo han confirmado. Sin embargo se ha averiguado en Francia por las experiencias del ciudadano Sagé, el qual notaba algo atacado al oro en el apartado, que esta disolucion era muy débil; que en general el oro perdía poquísimo de su peso; que quando se hallaba en masa apenas era encentado; que lo era mas quando se ponía en hojas delgadas ó en polvo fino; que entónces tomaba un color de púrpura obscuro; y que la gran disolucion anunciada por Brandt solo provenia de la concentracion del ácido hasta sequedad, y que nada de esto sucedia en la operacion del apartado. El ciudadano Deyeux ha hecho despues otra observacion interesante sobre la disolubilidad del oro en el ácido nítrico; y es que este ácido le disuelve tanto mejor quanto mas gas ó mayor cantidad de óxido nítrico contiene, y que entónces obra sobre este metal como una especie de ácido nitro-muriático, verdadero disolvente suyo, segun luego voy á decir. Tillet, que no queria creer la disolubilidad del oro en el ácido nítrico, juzgaba que la pérdida de peso que este metal sufria en este ácido era solo en virtud de un efecto mecánico; que era raspado ó limado el oro, digámoslo así, por la accion del ácido, y que se hallaba suspendido mas bien que disuelto; pero los hechos que referia como prueba de esta asercion manifiestan verdaderamente lo contrario. La disolucion nítrica de oro, expuesta á la luz del sol, se descompone efectivamente, y se ven brillar inmediatamente las hojuelas de oro que ha desoxídado el contacto de la luz. Filtra-

da esta disolucion dexa sobre el papel una mancha morada que indica la oxidacion del oro; los álcalis precipitan de ella un verdadero óxide, y así una hoja de estaño como una de plata y un poco de mercurio hacen deponer sobre sí un polvo igualmente de color de púrpura. Por otras experiencias que he hecho sobre este punto he visto que el oro así en pedazos ó planchas gruesas como en hojas se disuelve por el ácido nítrico sobrecargado de óxide nitroso; que á este óxide nitroso se debe la oxidacion que padece el oro; que él es quien le cede el oxígeno como mas descomponible que el ácido nítrico; que por eso pierde el ácido su color obrando sobre el oro; que se hace mejor esta disolucion en frio que en caliente, porque el calor desprende al gas nitroso; que á medida que el oro se oxida y disuelve en el ácido, este despues de haberse primero blanqueado, toma un color naranjado; que entónces forma un verdadero nitrato de oro con exceso de ácido que no se puede lograr cristalizado, y se descompone por el calor y la luz; y que este nitrato de oro en disolucion se descompone por el ácido muriático, el qual luego que se añade hace pasar su color naranjado al amarillo puro; en lo que se ve que el ácido muriático tiene mas atraccion con el óxide de oro que el ácido nítrico.

§ 6. El ácido muriático no tiene accion alguna sobre el oro, ni sobre su óxide de color de púrpura; pero el ácido muriático oxigenado le oxida muy pronto y le disuelve. Desde el punto en que se pone una plancha ó algunas hojuelas de oro en gas ácido muriático oxigenado se empaña el oro, y aunque no pasa al color morado, llega con rapidéz al estado de óxide leonado ó amarillento; porque solo en este segundo estado de oxidacion es disoluble el oro en los ácidos, y capaz de formar sales con ellos. Luego que se ha vuelto así amarillento por la union del oxígeno, se condensa el ácido muriático, con la ayuda del agua contenida en el gas ácido muriático oxigenado, en gotitas amarillas que corren por las paredes del vaso en que se hace la experiencia, y si se añade un poco de agua se logra una disolucion completa. Echando el oro muy dividido, ó

en panes en el ácido muriático oxígeno líquido, desaparece este metal á la mas leve agitacion, se disuelve sin movimiento y efervescencia, y satura y colora el líquido de un amarillo hermoso; si el oro contiene plata se hace pronto sensible en esta experiencia la mas mínima cantidad de este metal, pues se forma un poco de muriate de plata que se depone en copos pequeños. He hallado constantemente un poco de plata, y á veces en una proporcion mayor que lo que se podia esperar, en los panes de oro que venden los batidores de oro; y he hallado tambien que este era un excelente método para asegurarse si contenia aun plata el oro de apartado. Esta disolucion descubierta por Scheele se hace sin desprendimiento de gas, porque el oro halla casi aislado al oxígeno, y no necesita separarle de otro cuerpo susceptible de tomar la forma gaseosa. Por otra parte es perfectamente semejante á la que se hace con el ácido nitro-muriático, ó por el modo ordinario, y es acre y cáustica como ella, colora las materias orgánicas de color de púrpura, da cristales; se precipita del mismo color por el estaño y en oro fulminante por el amoníaco.

57 Siempre que el ácido nítrico, el qual solo disuelve al oro con dificultad y en muy corta cantidad, se halla mezclado con ácido muriático que jamas le disuelve solo, el ácido mixto que resulta ataca al oro con una actividad y energía que han debido chocar mucho á los químicos ántes de conocer su verdadera causa. Así, consiguiendo al privilegio de primacía y superioridad que atribuian al oro, pues le llamaban Rey de los metales, concedieron otro al líquido capaz de disolverle, creyéndole exclusivo en la produccion de este efecto: por tanto le llamaron *Agua Regia*, y de aquí los nombres de *Disolucion Regalina* ó *Regia*, *Sal Regia* y *Regalizacion*, que se diéron á los productos de esta disolucion, ó al fenómeno largo tiempo inexplicable de que provenia. Ya hemos visto que el ácido muriático oxígeno tenia igual accion disolvente sobre el oro, y que el ácido nitroso la tenia tambien aunque en un grado menor. Para hacer comprehender



bien la acción del ácido nitro-muriático empezaré por advertir que el ácido muriático saturado de gas nitroso, el qual absorve fácilmente, se hace igualmente capaz de disolver el oro, aunque ni el gas nitroso solo ni el ácido muriático solo puedan obrar sobre este metal; y como al punto que este ácido muriático nitroso ataca al oro pierde el color naranjado que habia contraído por la absorción del gas nitroso, es evidente que se descompone este óxido de ázoe que cede su oxígeno al oro, que se separa su ázoe, y que esta descomposición que oxida al oro se verifica por la atracción disponente que el ácido muriático ejerce sobre este óxido metálico. Este hecho, que aun no habia sido observado por los químicos, va á servirme para explicar la acción del ácido nitro-muriático sobre este metal. Quando se mezcla ácido nítrico con ácido muriático, quita este último el oxígeno al primero, escapándose parte de él en ácido muriático oxigenado, fácil de reconocer por su color amarillo y por su olor. No executa esta descomposición sino mientras el ácido nítrico está saturado de gas nitroso: despues cesa su acción, de manera que el ácido mixto que resulta no es mas que una mezcla de ácido muriático y ácido nitroso saturado de su óxido que retiene á veces un poco de ácido muriático oxigenado, y tiene un color roxo muy subido á causa del óxido nitroso que oculta. Se hace regularmente este ácido mixto mezclando dos partes de ácido nítrico y una de muriático; pero yo he visto que bastaba tomar partes iguales de ambos ácidos. Es sabido que se saca un líquido análogo á este disolviendo muriate de sosa ó de amoníaco con ácido nítrico ó nitrate de potasa en el ácido muriático, ó destilando aquel en el ácido de la sal marina, y que de qualquiera manera que se unan estos dos ácidos uno con otro, hay siempre un ácido mixto capaz de disolver el oro. Sin embargo caben todavía dos mejoras en el método de disolver el oro por el ácido nitro-muriático: la primera es echar solo una parte de ácido nítrico sobre otra de muriático; y la segunda no hacer la mezcla ántes de disolver el oro; porque si se hace la mezcla de antemano se disipa la porción de

ácido muriático que se forma, y todo eso se pierde para la disolucion del oro. Así prefiero echar sobre el oro el ácido nítrico, añadiendo despues otro tanto de ácido muriático; y entónces á medida que este último ácido roba el oxígeno al ácido nítrico se le entrega inmediatamente al oro en vez de disiparse en gas. Quando se pone el oro en ácido nitro-muriático hecho de antemano, y despues de haberse extinguido la accion recíproca de los ácidos, el ácido muriático en virtud de la fuerte atraccion que tiene con el óxide de oro, hace descomponer el óxide nitroso que colora al líquido igualmente que al mismo ácido, y disuelve el óxide á medida que se forma; y así el líquido pierde su color naranjado ó roxo, y se calienta porque hay una condensacion y una aproximacion de moléculas durante la disolucion; y desprende gas nitroso porque el oro no puede oxidarse sino á costa del oxígeno del ácido del nitro.

58 Esta disolucion nitro-muriática de oro saturada es de color amarillo hermoso bastante obscuro, el qual se compara al del oro sin brillo; es muy cáustica y astringente; mancha el cutis cauterizándole ó destruyéndole con un color de púrpura amoratado, que pardea mas y mas al contacto del ayre y de la luz, y que solo desaparece por la destruccion y caída total de esta membrana; el mismo color produce sobre todas las materias vegetales y animales, sobre el mármol y aun sobre las piedras silíceas, quando despues de haberla introducido en las rayas que se forman con una herramienta, se exponen á los rayos del sol. Evaporando este líquido se desprende ácido nítrico, y se sacan unos cristales como agujas de un color amarillo, semejante al de los topacios, en octaedros truncados ó en prismas quadrangulares; pero es cosa averiguada que la disolucion hecha por los dos ácidos puros y sin bases los da tambien. Esto se logra mas fácilmente quando, despues de haber evaporado la disolucion hasta mas de la mitad, se añade un poco de alcohol rectificado; estos cristales toman color roxo al contacto de una luz viva; atraen la humedad del ayre, y se derriten espontáneamente. El producto de esta deliquescencia es la disolucion mas concen-

trada. Calentando por grados en una retorta la disolucion nitro-muriática de oro, despues del ácido nítrico pasa el ácido muriático que lleva consigo algo de oro, y aun de los cristales amarillo-roxizos de muriate de oro; los alquimistas llamaban *leon roxo* al líquido muriático nitroso muy colorado, que se elevaba al mismo tiempo. Si se evapora la disolucion hasta sequedad, se saca un muriate de oro seco que se puede reducir á un fuego fuerte, y que da oro dúctil despues de haber soltado el gas oxígeno. Está bien reconocido por Bergman y otros varios químicos modernos que la sal que se extrae de este líquido es solo muriate de oro, y no nitro-muriate segun se habia creido. He hecho notar que el ácido muriático descomponia al nitrato de oro; y es fácil de comprehender que se debe formar igualmente un muriate de oro calentando este metal con una mezcla de alumbre, y especialmente de sulfato de hierro, nitro y sal marina, que es la mezcla que se gasta comunmente ú otras semejantes para quitar el oro de los cobres viejos dorados.

59 El muriate de oro tan fácil de reconocer por su forma, su color y el de púrpura con que tiñe las materias orgánicas, es muy soluble en el agua. El fósforo le descompone por la via húmeda, y separa el oro reducido. El gas hidrógeno separa igualmente el oro. Si se pone en su disolucion saturada una candelilla de fósforo se cubre de un cilindro de oro dúctil, que se puede separar de él deritiendo en agua caliente el fósforo que está encubierto. El azufre ardiendo y el ácido sulfuroso le descomponen muy rápidamente. Si se echa poco á poco muriate de oro líquido en el ácido sulfuroso se forma en su superficie una hermosa película de oro, y se precipita inmediatamente en granitos cristalinos. Madama Fulham se ha servido de estas precipitaciones del oro por el fósforo, gas hidrógeno y azufre ardiendo para dorar telas impregnadas de la disolucion nitro-muriática de este metal; la ha aplicado igualmente para trazar sobre los mapas geográficos algunas líneas doradas, haciendo una especie de dorado que puede tener su utilidad en muchos casos. Ha notado

que ésta precipitacion de la disolucion de oro, igualmente que de las de plata y plomo, solo se verifica quando se hallan en estado liquido, y que no sucede lo mismo con las sales metálicas sólidas. La Señora Fulham no ha sido tan feliz en la explicacion de este hecho quando ha querido valerse de él para formar una teoría realmente inútil y superflua, por la necesidad de la presencia del agua respecto á una pretendida descomposicion de este líquido. Esta teoría no era necesaria, porque se comprehendia muy bien la influencia de esta condicion de liquidez de las sales metálicas para dividir las, haciéndolas presentar mas superficie, y sirviendo para fixar los gases reductores entre sus propias moléculas. Los gases hidrógenos fosforado y sulfurado producen el mismo efecto sobre la disolucion del muriate de oro. Los sulfuretos é hidrosulfuretos alcalinos la precipitan en un óxide de oro sulfurado, fácil de descomponer por el fuego á causa de la poca adherencia del azufre y del oxígeno con el oro.

6o Todas las materias terreas y alcalinas tienen la propiedad de descomponer el muriate de oro, y precipitar un óxide de oro amarillo, que es lo último de la oxidacion de este metal, pues contiene poco mas ó menos 0,10 de oxígeno. No obstante se observa que los álcalis fixos no le precipitan sino lenta y difícilmente, y que si se echa una cantidad mayor que la que se necesita, el precipitado se vuelve á disolver, y da al líquido un color roxizo. Esta disolucion del óxide de oro por los álcalis fixos es lo que hace tan lenta y difícil la precipitacion, formándose sales triples que aun no han sido examinadas. El óxide de oro precipitado de esta suerte se vuelve de color de púrpura por su exposicion á la luz; da gas oxígeno, y se reduce á oro muy puro por la accion del calórico. Los ácidos sulfúrico, nítrico, muriático, sulfuroso, fosfórico y fluórico se unen fácilmente con él, al paso que no obran sobre el óxide de color de púrpura: lo que prueba que la oxidacion del oro en polvo amarillo le da mucho mas oxígeno que la de polvo morado ó de color de púrpura, y que el primer óxide es soluble en los ácidos mientras que

el óxide de color de púrpura no se puede combinar con ellos.

61 La precipitacion mas notable del oro es la que se executa por el amoniaco; de ella deriva el singular compuesto llamado *oro fulminante*, que ha sido hallado largo tiempo ántes del óxide de plata amoniacal; pero cuya verdadera naturaleza y causa de la propiedad fulminante estuviéron ignoradas hasta que el ciudadano Bertollet dió á conocer este último compuesto tan parecido á él, que solo se diferencia por una energía mucho mayor. No hay producto químico que haya sido tan exâminado como este por los químicos, y para hacerse una idea de las innumerables investigaciones hechas sobre este compuesto, léase el tratado del oro que se halla en el primer tomo de las Instituciones químicas de Wasserberg, publicadas en Viena en 1778. Allí se hallará una exposicion muy bien hecha, completa y extensa de las experiencias conocidas hasta la época en que escribió este sabio químico. La extension misma de este artículo prueba sin embargo que no era aun completo el conocimiento del oro fulminante, al paso que no requiriendo ya tanta multitud de pormenores el estado adelantado de la ciencia por la doctrina neumática, presentará un conjunto mucho mas satisfactorio é ideas mucho mas exâctas sobre este compuesto. Reducirémos aquí á algunas líneas varias páginas del tratado de Wasserberg, y desaparecerán los muchos vacíos que dexa esta parte de su obra tan útil é interesante por otro lado para los que quieren profundizar este punto, y recorrer todas las épocas de la historia de la Química. Este compendio que me es lícito hacer aquí, y que presentará muchos mas hechos que los que laboriosamente ha amontonado Wasserberg en su largo artículo, es una prueba bien convincente de las ventajas de la doctrina neumática, y de la altura á que se ha elevado la ciencia por los trabajos de los franceses.

62 Para preparar el oro fulminante, ú óxide de oro amoniacal, se extiende una disolucion nitro-muriática de oro en tres ó quatro veces su peso de agua destilada; se

echa en ella poco á poco el amoníaco cáustico hasta que no se forme precipitado, y ese tiene cuidado de no echar mas de lo que se necesita, porque el exceso disolveria fácilmente el óxide suspendido en el líquido. Se lava bien y se seca al ayre sobre papeles, guardándole despues en vasos tapados con un lienzo ó con un simple papel. Este precipitado es de un color amarillo roxizo, y pesa casi  $\frac{1}{4}$  mas que el oro disuelto; aunque algunos autores pretenden que aumenta  $\frac{1}{3}$  el peso del oro. Este aumento no solo depende de los cuerpos salinos que le acompañan en su precipitacion, sino tambien del oxígeno que se halla unido con el oro. Se logra igualmente este precipitado fulminante descomponiendo por un álcali fixo una disolucion de oro hecha con el ácido mixto de ácido nítrico y muriate de amoníaco, porque entónces separa aquel al amoníaco, y este se dirige sobre el muriate de oro. En una palabra, siempre que hay amoníaco en la disolucion, ó que se eche en ella de qualquiera manera, se saca el cuerpo inflamable y detonante descomponiendo la disolucion con una materia alcalina, sea la que fuere. Este último hecho general resulta de las experiencias de Bergman, que se hallan en su disertacion de *Calce auri fulminante*. Basilio Valentino, que fué el primero que describió esta singular preparacion, advirtió que igualmente detonaba por el calor que por el frotamiento y percusion. Lo cierto es que el estruendo que hace es mucho mayor que el de la pólvora comun y el de la pólvora fulminante. Lewis comparaba el estallido del oro fulminante á la vibracion de una cuerda corta y muy tirante, y el de la pólvora comun al de una cuerda larga y floxa.

63 Muchos exemplos desgraciados, recogidos en las memorias académicas y en los periódicos, prueban que el oro fulminante detona por el frotamiento ó por la mera presion; y lo confirma de un modo irrefragable el terrible accidente sucedido en casa del ciudadano Baumé con una dracma de oro fulminante que detonó solo por haber movido el tapon de cristal, y frotado contra el gollete del frasco algunas de sus moléculas, de resultas de lo

qual, ardiendo solo una parte del oro fulminante; quebró el frasco con estrépito, y fuéron los cascós á hacer saltar los dos ojos del desdichado que tuvo la imprudencia de excitar la frotacion. Hiriendo con un martillo un poco de este polvo sobre un yunque ó plancha de hierro, se advierte cierta llama al tiempo de la detonacion, y se encuentra al oro reducido. Si se observa con atencion el oro fulminante, expuesto al fuego en muy corta cantidad sobre una hoja de plata ó hierro, se ve que toma un color pardo, se nota un resplandor en el momento que fulmina, y queda sobre la hoja un vestigio de oro muy puro y mate. Haciendo detonar un poco de este producto en una gran campana de cristal, sobre cuyas paredes se haya aplicado, se halla despues de la fulminacion cubierta la campana de estrellitas de oro. Las hojas de metal, que se ponen encima para la detonacion, se horadan en el sitio del golpe, y aun son arrojadas á grandes distancias, lo que indicá que el oro fulminante hiere al ayre en todos sentidos. Igual detonacion produce la chispa eléctrica fulminante.

64 Bergman ha verificado que exponiendo el oro fulminante á un calor muy suave no solamente no fulmina, sino que tambien se le quita su propiedad detonante, y se convierte en un polvo pardo negruzco; igual efecto se consigue por una larga exposicion al calor del agua hirviendo, ó mas bien solo se disminuye su singular propiedad, pues jamas se le ha quitado enteramente por este medio. Hellot ha visto que poniendo y calentando oro fulminante entre dos naypes, daba solo un leve estallido, y dexaba un óxide morado entre ellos. Quando se echan sobre las ascuas algunos polvillos de oro fulminante chispea solamente, y decrepita sin fulminar. El contacto del ayre contribuye seguramente á su fulminacion, porque quando se le opone por medio de un vaso bastante fuerte y bien cerrado una resistencia insuperable al desprendimiento del gas que acompaña á la fulminacion, esta no se verifica; y de esta suerte mostró Birch ante la Sociedad Real de Lóndres que el oro fulminante encerrado en un

globo de hierro, y calentado fuertemente, no fulminaba. Bergman ha comprobado este hecho, y observado que el oro calentado dentro de una esfera gruesa de cobre bien cerrada con un tornillo, se reducía sin fulminar, añadiendo que doce granos de oro fulminante, tratados de esta suerte, diéron un gas que se escapaba silbando, pero sin detonar. Calentando suavemente el precipitado de oro fulminante en un tubo de cobre, cuya extremidad entraba baxo una campana llena de azogue, ha obtenido el ciudadano Bertollet una porcion de gas amoníaco, y el oro quedó reducido á óxide morado; segun lo qual se prueba que un calor suave, capaz de volatilizar el amoníaco, ó una resistencia considerable, capaz de oponerse durante la accion de un fuego vivo á la dilatacion súbita de los gases que se desprenden del oro fulminante, impiden igualmente su fulminacion: en el primer caso hay desprendimiento de amoníaco, y queda el oro en estado de óxide; y en el segundo se reduce el oro aunque no hay detonacion.

65 Antes de las exâctas experiencias de Bergman, y principalmente ântes de las del ciudadano Bertollet, se ignoraba la verdadera causa de la fulminacion del oro; el primero la echó de ver, y el segundo no dexó acerca de ella la menor duda. Haciendo detonar á un fuego vivo algunos granos de oro fulminante en tubos de cobre que avocaban por un extremo á unas campanas llenas de azogue, sacó el ciudadano Bertollet gas ázoe, algunas gotas de agua y oro perfectamente reducido. El oro fulminante, compuesto de óxide de oro y amoníaco, padece entónces una doble descomposicion en los dos compuestos binarios que le forman; el amoníaco dirige su hidrógeno sobre el oxígeno del óxide de oro, y á la dilatacion tan violenta como súbita, igualmente que á la rápida condensacion de estos dos cuerpos en el momento que se unen para formar el agua, es á quienes se deben la llama y estrépito producidos durante esta descomposicion; entónces restituido á libertad el otro principio del amoníaco, es á saber el ázoe, se desprende en forma de fluido elástico, y contribuye tambien á la percu-



sion del ayre y á la fulminacion; miéntras que el oro privado de su oxígeno vuelve á aparecer baxo su forma metálica y con su brillo correspondiente. El oro fulminante es pues un óxide amoniacal, así como la plata fulminante; y las diferencias que existen entre estos dos productos dependen seguramente de las proporciones y estado mas ó ménos condensado del óxide y del amoníaco que contienen. Resta solo hallar estas diferencias de proporcion, que hacen al primero mucho mas fulminante que al segundo, para conocerles perfectamente.

66 Esta sencilla teoría de la naturaleza y propiedades del óxide de oro amoniacal fulminante explica fácilmente los diversos medios que se han empleado para destruir su extraordinaria propiedad. Un calor muy suave produce este efecto volatilizando el amoníaco, y volviendo el compuesto al simple estado de óxide. Una resistencia fuertísima, que impida el desarrollo de sus principios en estado gaseoso, se opone á su detonacion. La larga decocion en el agua no es á propósito para esto á pesar de lo que asientan algunos químicos, segun las experiencias positivas de Bergman que hizo hervir dos veces seguidas, y por espacio de una hora cada vez, al oro fulminante con seiscientas partes de agua; y léjos de disminuirse su propiedad fulminante aumentó por esta operacion, lo que prueba que este compuesto en vez de ser disoluble en el agua, cede solo á este líquido los cuerpos extraños y salinos con que está mezclado, y que obstan mas ó ménos á su fulminacion. Todo cuerpo seco por el contrario interpuesto entre las moléculas del oro fulminante le impide detonar, ó disminuye su fulminacion separando las moléculas. No es cierto, como han asegurado muchos químicos, que los ácidos tengan generalmente la propiedad de destruir la propiedad detonante; porque Bergman ha reconocido que á pesar de la digestion del oro fulminante en estos cuerpos conservaba su carácter, y especialmente que disuelto en un todo por el ácido muriático, y precipitado por la potasa, la recobraba como ántes. Sin embargo se llega á despojarle de esta propiedad quando, despues

de haber hecho digerir sobre el oro fulminante, y varias veces de seguida, los ácidos, se le lavaba cada vez en mucha agua; y aun varios ácidos le reducen por este medio á óxide de color de púrpura ú oro metálico. Los álcalis mezclados con él por una leve y suave trituracion moderan extrañamente su detonacion: si se les hace digerir con agua sobre el oro fulminante, se la quitan enteramente; pero la accion del calor lento contribuye mucho para esto. En quanto á lo demas es menester siempre hacer estos ensayos con prudencia, y sobre pequenísimas cantidades del producto. El azufre y aun los aceytes quitan tambien al oro su propiedad fulminante, y se ve que esto depende de que estas substancias separan de ella el amoniaco, y reducen el óxide como en las primeras experiencias citadas, y entónces vuelve el oro á tomar su forma metálica.

66 El muriate de oro ó la disolucion de oro, que he probado no ser efectivamente mas que esta especie de sal, se descompone por la mayor parte de las substancias metálicas que tienen mas atraccion con el oxígeno que él. El bismut, zinc, hierro, plomo, cobre, plata y mercurio tienen especialmente esta propiedad, de la qual se puede servir á veces con ventaja para dar un baño de oro á alguno de estos metales; hay algunos sin embargo, por exemplo el plomo y la plata, que le separan solamente en óxide de color de púrpura. Las ruedas de cobre que se gastan en la relojería se doran tambien en virtud del primero de estos fenómenos de reduccion y precipitacion del oro reducido por los metales; pero ninguna de estas precipitaciones es tan singular, ni ha llamado tanto la atencion de los químicos, como la que se executa por el estaño. En ella se va á hallar todavía una prueba de la ventaja de la doctrina neumática, que es la única que ha podido desvanecer todas las dificultades ya prácticas, ya teóricas, de que se hallaba llena esta operacion química. Por otra parte en la explicacion que da relativamente á esto, ahora esta doctrina todos aquellos pormenores que en otro tiempo se tenian que dar sobre la preparacion formada por la precipitacion del oro executada por medio del es-

taño. Casio es el primero que ha descrito con todo cuidado esta preparacion, aunque ya estaba conocida ántes de él, y anunciada en varias obras de Química, sobre todo en las de Basilio Valentino. Erxleben dió una disertacion muy circunstanciada sobre este punto; pero á pesar de las numerosas experiencias de que está llena, no estaba ni con mucho aclarada como convenia esta materia hasta el trabajo de Pelletier sobre los dos estados de la disolucion muriática de estaño, trabajo que ha disipado todas las tinieblas en que aun estaba envuelta esta operacion.

67 Quando se pone una hoja de estaño en la disolucion de oro, se colora inmediatamente su superficie de morado ó púrpura muy obscuro, y se esparce poco á poco por todo el líquido un polvo de este color de una finura extrema, destruyendo su transparencia, y volviéndole casi negro: llámase este polvo *precipitado de Casio*, *precipitado de color de púrpura* ó *púrpura mineral*; pero no se prepara por este medio con abundancia para las fábricas de porcelana ó de loza fina, en que se gasta mucho; pues se saca mucho mas mezclando una disolucion de estaño en el ácido nitro-muriático, ó en el muriático solo, con la disolucion de oro. Antiguamente esta mezcla no daba siempre el color que se queria: tan pronto daba solo un pardo sucio, y tan pronto no daba nada; y aunque algunas observaciones hechas por varios químicos hubieran podido poner en camino de acertar la verdadera causa de esto, no se pudo conocer definitivamente, hasta que Pelletier descubrió que el muriate de estaño tenia la propiedad de absorver el oxígeno atmosférico; que luego que se habia saturado ya no daba mas precipitado de color de púrpura; que este se debia tambien á la gran tendencia del estaño no saturado de oxígeno hácia este principio; que se le quitaba al óxide amarillo de oro, y que pasándole al estado de un óxide de color de púrpura, le separaba de su disolucion, y se unia con él íntimamente; que por esta misma razon el líquido humeante de Livabio, ó muriate sobreoxigenado de estaño, no precipitaba la disolucion de oro; que igualmente una disolucion de

estaño hecha muy de antemano y expuesta al ayre, cuyo oxígeno habia absorbido hasta saturacion, ya no daba precipitado de color de púrpura con el muriate de oro; que aquella que solo habia absorbido una corta porcion de oxígeno formaba un precipitado roxo, pálido ó leonado; y que consistiendo esta precipitacion en la desoxídacion del oro por el estaño, y en la union del óxide de oro desoxidado en parte con el óxide de estaño mas oxigenado que ántes, sería siempre fácil preparar, quando se quisiera, el precipitado de color de púrpura, y no fallaría nunca esta importante operacion. La experiencia de todos los químicos confirma esta sencilla y luminosa teoría de Pelletier.

69 Al mismo principio, es decir, á la gran atraccion del hierro con el oxígeno quando no está saturado de él, se debe la descomposicion de la disolucion muriática de oro; pues quando se echa en ella una disolucion de sulfate de hierro verde y fresca se forma inmediatamente un precipitado de oro reducido. Bergman creyó que este precipitado estaba tan próximo al estado de oro, que propuso este medio como excelente para reconocer y determinar la proporcion de este metal disuelto en los ensayos de sus minas por la via húmeda. El sulfate roxo de hierro ó sobreoxigenado no forma semejante poso en el muriate de oro.

70 Otras varias disoluciones metálicas tienen igualmente la propiedad de descomponer y precipitar la disolucion muriática de oro. El nitrate de plata forma con ella un precipitado roxizo, mezclado de muriate de plata blanco, y de óxide de oro de color de púrpura; y el de plomo da un poso obscuro compuesto de muriate de plomo y óxide de oro. No se conocen ni con mucho todos los efectos recíprocos, que son capaces de producir las diversas sales metálicas, ni los compuestos que pueden formar con la disolucion de oro sobre la que obran muchos de ellos.

71 Los ácidos metálicos no atacan al oro, ni alteran de modo alguno sus propiedades. El ciudadano Vauquelin

ha hallado en sus indagaciones y descubrimientos sobre el ácido crómico, que este ácido mezclado con el muriático le daba la propiedad de disolver al oro; lo que depende de una porcion de oxígeno que se dexa quitar por el ácido muriático, como ha visto por ulteriores experiencias, y como lo prueba sin réplica el paso del ácido crómico naturalmente naranjado al estado de óxide verde, á medida que obra sobre el oro.

### *I. Accion sobre las bases y las sales.*

72 El oro en el estado metálico no tiene atraccion alguna con las tierras y los álcalis, por lo que no recibe alteracion alguna de ellos. En el estado de óxide de color de púrpura, y mejor todavía en el de óxide amarillo, se une con las tierras vitrificadas por medio de los álcalis, y forma esmaltes morados, purpúreos, ó vidrios de color amarillo de oro, por cuya última propiedad entra tambien en la fabricacion de los topacios artificiales. Estos vidrios pintados así por el oro, en los quales entra tambien el óxide de plomo en gran cantidad, y á veces el de manganeso, suelen presentar una propiedad muy extraordinaria; y es que calentándoles levemente toman un color de púrpura permanente ó roxo de rubí, que parece provenir de un trastorno de equilibrio y combinacion del oxígeno.

73 Ningun óxide de oro de color de púrpura, hágase del modo que se quiera, padece alteracion por los álcalis ni por el amoniaco; pero su óxide amarillo precipitado de la disolucion por los álcalis fixos, y digerido durante algun tiempo en el álcali volátil, pasa fácilmente al estado de oro fulminante; lo que importa mucho saber quando se trabaja sobre este metal, para no exponerse á elevarle sin pensarlo al estado de óxide amoniacal en las diversas operaciones que se hacen con él; pues podria fulminar terriblemente quando se intentase reducirle por el calor.

74 Las sales mas activas, los nitrates y muriates sobreoxígenados no tienen accion alguna sobre el oro puro; sin embargo se ha observado que el bórax debilita su co-

lor, y que el nitro, que se gasta muchas veces para purificarle y afinarle, y para reunir sus moléculas, le realza y vuelve mucho mas brillante que lo que seria sin esta adicion.

### K. Usos.

74 Ademas del precio real que lleva consigo el oro á causa de su belleza, inalterabilidad y escasez; ademas del de estimacion y preocupacion que le han dado las pasiones humanas, y que le hace considerar como el primero y mas útil de la naturaleza, tiene por sí mismo, es decir, por sus propiedades individuales una multitud de ventajas, que ellas solas son bastante para mantenerle en el lugar que ocupa en la consideracion de los hombres. Su poca abundancia no permite que se fabriquen con él utensilios; y las alhajas que con él se hacen no pueden trabajarse con este metal puro, que es demasiado blando para conservar bien las formas que se le dan; y así se le alea en general con un décimo ó un duodécimo de su peso de cobre, el qual le da la consistencia y dureza que se requiere, lo que forma el oro de veinte y dos quilates del comercio ó el oro de alhajas. Las monedas de oro, que son mas pequeñas, gruesas y de forma mas sólida que las alhajas, solo contienen un vigésimoquarto de aleacion, y son de á veinte y tres quilates.

75 El brillo y hermoso color del oro juntos con su indestructibilidad lisonjean demasiado la vista, y excitan en los hombres un sentimiento de alegría y placer demasiado notorios, para que desde tiempos muy remotos no se haya buscado, y por consiguiente perfeccionado mucho el arte de multiplicar su aspecto, reducirle casi todo á superficies, y cubrir con él una multitud de cuerpos, que adorna, enriquece y preserva al mismo tiempo de toda alteracion y destruccion. De aquí las especies y variedades tan numerosas de dorados ó aplicaciones del oro sobre el hierro, cobre, plata y demas metales, sobre las piedras, sales indisolubles, cristales, maderas, telas, papeles y cartones. Los dorados mas leves ó superficiales se hacen con

disoluciones de oro, que se reducen ya por una superficie metálica, ya por el fósforo, ó por el azufre ardiendo y el ácido sulfuroso, como en las operaciones ingeniosas de Madama Fulham. Algunos de los mas sencillos consisten solo en aplicar por medio de un mordiente un encolado ó una mezcla susceptible de adherencia y desecacion, los panes ú hojas de oro, cuyas capas sucesivas se multiplican mas ó ménos, y se ponen lisas y tersas por el frotamiento y la presion con cuerpos duros, ajustándolas á todas las desigualdades, y haciéndolas seguir exáctamente todas las formas de los cuerpos con ayuda de algunos pequeños instrumentos á propósito para introducir las en todas las cavidades; tal es el dorado sobre madera, carton, concha, asta, huesos, piedras y una multitud de cuerpos de naturaleza no metálica.

77 Se llama *cal de oro* la que se gasta para ciertos dorados, y se prepara triturando con miel las recortaduras de oro, lavándolas en agua, y secando despues las moléculas de oro que se precipitan. El *oro en concha* no es mas que el óxide de color de púrpura, precipitado de su disolucion, y desleído en un agua mucilaginoso ó una disolucion de goma. Metiendo unos trapos de lienzo fino en una disolucion nitro-muriática de oro, secándoles y quemándoles, se suelen hacer tambien algunas especies de dorados, para lo qual no hay mas que tomar con un corcho mojado un poco de la ceniza de estos trapos, y frotar con ella la plata, sobre cuya superficie se aplica fácilmente el oro por estar muy dividido. Quando se aplica el oro en estado de óxide pardo á los cuerpos que se quieren dorar, se pasan ligeramente por el fuego para restituir á este metal su estado puro y brillantez. El vapor del azufre ó el ácido sulfuroso podrian servir tambien para esto.

78 El dorado á molido es el mas precioso y sólido, y el que se aplica comunmente sobre el cobre y el bronce. Se principia limpiando bien la pieza que se quiere dorar por medio de la arena y del ácido nítrico debilitado, que llaman *agua segunda*, para lo qual se pasa por este líquido, y se frota con una especie de cepillitos ó brochas de

alambre de cobre; se mete despues en una disolucion nítrica de mercurio muy debilitada, la qual depone sobre el cobre una pequeña capa de mercurio metálico, destinada á hacer contraer una fuerte adherencia á la amalgama de oro, que se extiende despues de haberla lavado anteriormente en mucha agua para quitarla la porcion de ácido; y luego que la amalgama está bien extendida y con uniformidad sobre la pieza, se pone sobre las ascuas para volatilizar todo el mercurio, y el oro queda solo, de un color amarillo mate. Despues se le da brillo y pulimento pasando sobre él lo que llaman *cera de dorar*, y es una mezcla de bol roxo, ó por mejor decir, arcilla ferruginosa, cardenillo, alumbre y sulfato de hierro, incorporados con cera amarilla, y calentando por última vez la pieza para que se queme la cera.

79 La aplicacion del oro sobre la plata, especie de dorado á molido, conocido baxo el nombre de *sobredorado*, sale mucho mejor, y toma un color mucho mas bello, y una solidez mayor por medio de la amalgama, que basta aplicar sobre la plata bien tersa y limpia por el ácido nítrico, calentando despues la pieza al fuego para separar el mercurio. Se dan á estos dorados preciosos y durables varias tintas ó gradaciones de amarillo, roxo, púrpúreo ó verdoso por diferentes materias salinas, que se aplican en polvo ó masa, y se calientan sobre la amalgama, bruñéndose por el método ordinario de frotacion con cuerpos duros y tersos. La plata sobredorada imita perfectamente al oro en el color.

80 Una de las artes mas industriosas é interesantes entre las que trabajan el oro es la del batihoja ó batidor de oro, la qual está fundada sobre la extrema ductilidad de este metal, y la facilidad con que se extiende. Batir el oro no viene á ser mas que martillarle con regularidad y de un modo fijo y constante entre membranas ó intestinos, sobre yunques perfectamente lisos, con martillos quadradados igualmente planos y tersos; de manera que á fuerza de multiplicar las percusiones queda el oro reducido á hojas tan delgadas que se las lleva el ayre. Se cortan despues



estas en quadritos, y se ponen entre hojas de papel suave, impregnado de sanguina en su pasta misma, y es lo que llaman *libros de oro*. Estos panes de oro estan tan acribillados, que se ve la luz por ellos; pero á pesar de los millares de agujeros y roturas que tienen, conservan bastante coherencia para mantenerse en una sola pieza y poder aplicarse enteros sobre la superficie de otros muchos cuerpos. El arte del tirador de oro no es ménos curiosa y extraordinaria. Un cilindro de plata cubierto de una capa de oro, ó dorado sólidamente, pasado y estirado con esfuerzo por entre los agujeros de unas hileras de acero, empezando desde aquellos que son casi del mismo diámetro del primer cilindro hasta los que dan alambres casi imperceptibles, se alarga siempre en el mismo estado formando un cilindro sólido de plata, cubierto de una capa de oro, cuya tenuidad casi no alcanza á comprender la misma imaginacion; estos panes de oro y estos hilos tan tenues de plata sobredorada sirven para una infinidad de usos en un gran número de artes que les gastan.

81 No es tampoco ménos recomendable entre las numerosas ocupaciones que da el oro á los hombres la de dar á sus planchas, cilindros ó alambres todas aquellas formas tan varias y elegantes, que los plateros y joyeros saben darles. Todos estos vasos, utensilios, dices y alhajas de oro, productos de la industria, destreza, habilidad é imaginacion de los artistas mas inteligentes, centuplican continuamente su precio; y sirviendo de alimento perpetuo al luxo, por fortuna insaciable, estas obras y alhajas, en que adelantan y se perfeccionan cada año el gusto y bellas formas de la noble arte del dibuxo, son tambien un precioso motivo para ocupar una infinidad de manos, y ayudar á sostener en los pueblos modernos el comercio, que es quien multiplica los placeres del hombre, y el manantial de las riquezas y de la prosperidad de tantas naciones. Es propio sin duda de la naturaleza y perfectibilidad del hombre el gustar de alhajas y utensilios de oro, pues vemos al salvage de América y de Africa, que tiene tan pocas necesidades en comparacion de los delicados ha-

bitantes de la Europa, cargar las orejas, brazos, dedos, narices, y aun los labios de su compañera, de fragmentos, lentejuelas y filamentos de oro que recoge en los torrentes y arroyos, y que dobla ó trabaja con facilidad á causa de la pureza y blandura de este metal nativo.

82 Tambien se hace brillar el oro sobre los vestidos de varios pueblos en forma de bordados, galones y tisus, bien sea sembrado en hojuelas delgadas ó en lentejuelas, torcido sobre sí mismo en canutillos, tirado en alambres sólidos, ó bien arrollado sobre hilos de seda que le sostienen y dan mas cuerpo y consistencia. Ya indica la opulencia y lujo de los que se cubren con él, y ya sirve de adorno y señal de distincion entre los hombres. Se mezcla en los tejidos de seda, lino, lana, crines y plumas; se casa con todos los colores; se le hace brillar por entre hojuelas de cristal, que ó templan su resplandor, ó multiplican los rayos brillantes reflexados por su superficie; y es bien sabido quanto llama la atencion en los vestidos, y como que se concilia el respeto y la obediencia, sirviendo por lo mismo para ornamento de las altas dignidades, para la distincion de clases en los pueblos que las reconocen, para las fiestas, juegos, espectáculos, ceremonias religiosas ó civiles, y en una palabra, para todos aquellos casos en que se trata de llamar la atencion, dar golpe, hacerse admirar, hablar á la imaginacion, y atraer las miradas del pueblo.

83 Se distingue tambien el oro por la belleza de los colores y riqueza de las tintas que comunica á los esmaltes, á los baños de la porcelana y loza fina, á los vidrios colorados, y piedras preciosas artificiales. El color morado, purpúreo, pardo-purpúreo, azul morado ó purpúreo, amarillo de topacio, roxo encendido y de rubí &c. son las principales variedades de los matices que producen en todas las artes de vitrificacion los óxides de oro mas ó ménos viva y rápidamente calentados, y combinados con varias cantidades de tierras y fundentes de diversa naturaleza.

84 Al principio de este artículo hice notar que se em-

pleaba algunas veces para preservar al hierro de la herrumbre, y que á pesar de toda la pretendida nobleza de esencia y origen que los alquimistas le concedieron, se le ha hecho descender á la humilde clase de simple preservador del metal mirado como mas comun y casi mas vil que haya criado la naturaleza; así se usa para los dorados de rejas, para algunas piezas de relox y muchas máquinas de fisica, y llegará dia en que se multiplique mas y mas entre los hombres con destino á cubrir y preservar al hierro de la grande alterabilidad que le es característica.

85 En vista de todo esto no es extraño que un metal tan precioso y estimado se haya querido colocar tambien en el número de las substancias medicinales: porque ¿á qué no ha recurrido el hombre para curar sus dolencias, aliviar sus males, y prolongar su existencia? Pero ya he hecho ver mas arriba que se le habian atribuido virtudes cordiales alexífarmacas &c., y que estas solo existian en la imaginacion de los que las vendian y cacareaban; y así todas las recetas de oro potable estan arrinconadas hoy dia como otras muchas de medicamentos ridículos é inútiles.

## ARTICULO XXII.

### *Del platino.*

#### A. HISTORIA.

I El platino, que es el último de los metales, el mas resistente é indestructible, no fué conocido de los químicos hasta mitad del siglo XVIII; sin embargo se vendian baxo este nombre español *platina*, como quien dice *plata menor*, algunas alhajas blancas poco estimadas ántes que se conociese clara y distintamente este metal. D. Antonio Ulloa, matemático español que acompañó á los académicos franceses en el famoso viage del Perú emprendido para determinar la figura de la tierra, es el primero que dió una noticia exácta de este metal en la relacion de su Viage publicado en Madrid en 1748. Se asegura que Cár-

los Wood, metalurgista ingles, le habia traido de la Jamayca en 1741: pues describió algunas experiencias sobre este nuevo metal en las transacciones filosóficas de 1749 y 1750.

3. Estos primeros ensâyes, que anunciaron propiedades muy extraordinarias, metieron gran ruido en Europa en un tiempo en que el descubrimiento de un metal, sobre todo tan singular como parecia ser este, era un fenómeno inesperado. Los químicos mas célebres de la Europa trabajaron entônces à porfia sobre el platino, y buscaron sus caractéres distintivos. Scheffer, químico sueco, cuyas lecciones publicó Bergman, dió en 1752 en las Memorias de la Academia de Stockolmo la primera serie exâcta de experiencias, segun las quales colocó à este metal próximo al oro en quanto à sus propiedades, y así le llamó *oro blanco*. Lewis, químico ingles, à quien entre otros muchos trabajos se debe una historia de la plata y el oro muy buena para el tiempo en que escribió, ha hecho y publicado por los años de 1754 en las transacciones filosóficas un trabajo muy completo sobre el platino. Margraff publicó en las Memorias de Berlín en 1757 el pormenor de sus experiencias sobre este metal. Todos estos trabajos han sido recogidos y confrontados en Francia por Morin en 1758 en una obra intitulada: *El platino, el oro blanco ó el octavo metal*, la qual es una compilacion metódica de quanto se habia hecho hasta entônces. Macquer y el ciudadano Baumé emprendieron de acuerdo en esta última época un gran número de experiencias interesantes sobre el platino, las quales se hallan en las Memorias de la Academia de Ciencias de 1758. Buffon refirió poco tiempo despues en el primer tomo de sus suplementos una serie de indagaciones que hizo con Milly y el ciudadano Guyton. Mr. de Sickingen hizo tambien una multitud de investigaciones muy útiles sobre el platino, que comunicó à la Academia, y de las quales dió Macquer un extracto circunstanciado en su Diccionario de Química; y Delisle presentó casi al mismo tiempo à la Academia de Ciencias un trabajo sobre este metal.

4 Ademas de tantas y tan multiplicadas indagaciones Mr. Achárd, el ciudadano Guyton, Lavoisier y Pelletier han dado sucesivamente medios de purificar y fundir el platino y nuevos conocimientos sobre sus combinaciones. Bergman escribió una disertacion particular sobre la naturaleza de sus precipitados por diferentes reactivos alcalinos. Chavaneau, profesor que fué de Química en España, procuró hallar medios de tratar este metal por mayor, lo que consiguió, y en Paris se dedicaron algunos célebres artistas á este género de trabajo con mucho ardor. Los ciudadanos Caroché ingeniero, y Jannety platero, han hallado igualmente métodos ventajosos para purificar y forjar el platino, habiendo construido ya con él el primero espejos de telescopio, y fabricando todos los dias actualmente el segundo hojas, alambres, crisoles y todo género de utensilios de Química y Física.

5 De todos estos diferentes trabajos resulta haberse adelantado bastante el conocimiento de las propiedades del platino, aunque todavía falta mucho para completar la historia de este metal. La doctrina neumática no ha hecho en punto al platino mas que enseñar á colocarle en la misma clase que el oro respecto á su difícil oxidabilidad, á su poca atraccion con el oxígeno, y por consiguiente á su inalterabilidad por el mayor número de cuerpos.

### *B. Propiedades físicas.*

6 El platino purificado por los métodos que luego describirémos es de un color blanco, ménos bello que el de la plata, y que se acerca algo al gris del hierro; quando está bruñido tira un poco al negro, no tiene aquel brillo blanco de la plata, y la porcion mate es algo gris y empañada. Su aspecto no es tan brillante ni agradable como el de la plata y del oro; y aunque la mayor parte de los hombres no le confundan con los demas metales, no podrán á la simple vista formarse una misma idea de él, ni darle igual estimacion que á estos dos preciosos metales que recrean sus ojos; y excitan su admiracion. Este metal

es el mas denso y pesado de todos los cuerpos naturales; quando está débilmente batido ó forjado su pesantez es á la del agua como 20,850 : 1000; y quando está bien batido sube hasta 20,980, segun las experiencias del ciudadano Borda; á 21,061, segun Sickingen, y á 24,000, segun Chavaneau. Su dureza no es la mayor de los metales; pues el ciudadano Guyton le coloca en el segundo lugar en quanto á esta propiedad, despues del hierro y el manganeso y ántes del cobre.

7 La elasticidad del platino parece ser bastante fuerte; su ductilidad es grande, y aunque bastante difícil de tratar, se tiran con ella alambres muy finos y hojas muy delgadas. El ciudadano Guyton le da el segundo lugar entre los metales con relacion á esta propiedad, colocándolo entre el oro y la plata. Se dobla fácilmente; y la resistencia y cohesion de sus moléculas en las hojas que se fabrican con él harán que algún día se gaste para un gran número de usos de la mayor importancia. El ciudadano Guyton ha hecho las últimas y mas exâctas experiencias sobre su tenacidad y la cohesion de sus moléculas, atribuyéndole en esta parte el tercer lugar despues del hierro y el cobre, y ántes de la plata y el oro. Ha hallado que unos alambres de estos cinco metales, pasados por una misma hilera y de dos milímetros de diámetro, sostenian sin romperse los pesos siguientes:

El de hierro.....	249,659. kilogr.
El de cobre.....	137,399.
El de platino.....	124,690.
El de plata.....	85,062.
El de oro.....	68,216.

El platino, así como todos los demas metales, se calienta prontamente, y es muy buen conductor del calórico. El ciudadano Borda ha hallado que su dilatacion es de  $\frac{1}{92000}$

por cada grado del termómetro de Reaumur, y de  $\frac{1}{115000}$  por cada grado del termómetro decimal. Es el mas resistente de todos los metales al fuego, y el mas difícil de

fundirse, en lo que se aleja tambien del manganeso y el hierro por esta propiedad. El ciudadano Guyton regula su fusibilidad en  $160+x$ ; es decir, en un grado todavía desconocido, ó superior al último del pirómetro de Weegdwood, al paso que coloca la del manganeso en 160, y la del hierro en 130, como hemos visto en otra parte. Efectivamente el mayor fuego de nuestros hornos no ablanda casi perceptiblemente los granos de platino, llegando solo á aglutinarse á las mas altas temperaturas, sin adquirir por eso una verdadera adherencia, pues pueden separarse por el choque. Macquer y el ciudadano Baumé les tuvieron expuestos varios dias seguidos al fuego continuo y violento de una fabrica de cristales, y solo se pegaron levemente unos con otros, de manera que despues se separaban con los dedos. El color de los granos de platino era muy brillante quando estaban candentes. Exponiendo los mas escogidos al foco del espejo ustorio de la Academia, las porciones colocadas en el centro del foco humearon, y se fundieron al cabo de un minuto formando un boton homogéneo blanco, brillante, muy dúctil, y que se dexaba cortar con el cuchillo. El ciudadano Guyton ha llegado tambien á fundir en un crisol algunas porcioncitas de ellos por medio de su fluxo reductivo, compuesto de ocho partes de vidrio molido, una de bórax calcinado y media de polvo de carbon, empleando para esta operacion el horno de viento de Macquer. Lavoisier fundió igualmente unas pequeñas porciones de platino en el hueco de un carbon con el soplete de gas oxígeno; despues de todos estos ensayos no hay seguramente cosa mas fácil que lograr de esta suerte botoncitos de este metal fundido; pero en masas tan pequeñas que es imposible valerse de ellos para experiencias decisivas, y aun se puede decir con verdad que todavía no se ha conseguido una verdadera y útil fundicion del platino, pues tratado por los medios ordinarios ha sido imposible hacerle entrar en fusion baxo un volúmen conveniente para exâminar bien sus propiedades, y servir para los ensayos que las han de dar á conocer. Así se verá mas adelante que para sacar el partido que ya se saca en

la fabricacion de hojas, planchas, barras, vasos, alambres &c., ha sido preciso fundirla con el auxilio de algunas aleaciones, y separarla despues por el forjado de los metales que se le agregaron.

8 El platino es muy buen conductor del fluido eléctrico y del galbanismo. Aun no se ha apreciado la relacion de esta propiedad con la de los demas metales, pero parece que es muy grande; no tiene olor ni sabor, pareciéndose en este carácter al oro y la plata.

### C. *Historia natural.*

9 Todavía no se ha encontrado el platino mas que entre las minas de oro de la América, y con especialidad en la de Santa Fe, cerca de Cartagena, y en el Corregimiento del Chocó en el Perú. Se encuentra en forma de granitos ó lentejuelas de un color blanco ó gris cárdeno, que tiene un medio entre el de la plata y el hierro. Están mezclados estos granos de varias substancias extrañas; hallándose entre ellos hojuelas de oro, arena ferruginosa negruzca, algunos granos que con la lente parecen estar escorificados como el *machefer*, y algunas moléculas de mercurio.

10 Exâminando con la lente los granos de platino, unos parecen angulosos, otros redondeados ó aplastados como unos tejitos. Se dexan extender al martillo, y algunos se rompen en varios pedacitos por estar al parecer huecos en su interior, y contener partículas de hierro y una especie de polvo blanco. A estos granitos de hierro se debe atribuir la propiedad de ser atraibles al iman todos los granos del platino por mas bien que se separen de la arena ferruginosa que contienen. Para poder tener granos de platino muy puros y gruesos se han de escoger á la mano, separando las lentejuelas de oro, arenillas y hierro que suele haber entre ellos.

11 Es verosímil que el platino no se halle en el interior de la tierra tal como se trae y se ve en nuestras colecciones mineralógicas. La forma de granos ó lentejuelas que



presenta se debe ó al movimiento de las aguas que les arrastran de las montañas á los valles, ó á la trituracion que se da á las minas de oro, en que se hallan mezclados ó sembrados naturalmente. A veces se encuentran pedazos muy crecidos, y la Sociedad Vascongada posee en su coleccion un pedazo del grandor de un huevo de paloma. Estos fragmentos aislados, y mas gruesos que los otros, son regularmente de figura oval. El ciudadano Gillet posee uno de esta figura, que tiene casi un centímetro, ó quatro líneas y media de longitud; y siete milímetros, ó tres líneas y un noveno en su mayor anchura, y pesa casi veinte y un decigramas ó quarenta granos. Ningun naturalista ha descrito todavía el modo de hallarse el platino en la naturaleza, ni las gangas y variedades de sus minas, pudiendo decirse que es el metal ménos conocido aun en la naturaleza, y el único tal vez que hallándose hasta aquí en un solo reyno no se encuentra en ningun otro país (48).

#### D. *Ensaye y metalurgia.*

12 El platino es muy fácil de reconocer por su forma, color y pesadez. Como se halla siempre mezclado con arena y hierro, y á veces oro y mercurio, ademas del medio de escogerle á la mano, de que ya he hablado, y el qual ha hecho hallar á Tillet algunos granos de este metal encaxados en una ganga quartzosa, se ha recurrido á diferentes métodos para purificarle. Se le calienta y enroxece para volatilar la porcion de mercurio que ha servido para la amalgamacion del oro. Se separa el hierro por un iman artificial, que suele llevarse muchas veces con este metal atraible algunos fragmentillos de platino. Tambien se calientan estos granos con el ácido muriático que carga con el hierro; y Bergman ha notado que el platino disminuye por esta operacion 0,05 de su peso. Despues de esto solo quedan el platino y el oro, que ámbos se disuelven en el ácido nitro-muriático, y se halla la proporcion de estos dos metales precipitando el oro por el sulfato de hierro, y pesando con escrupulosidad este precipitado que, segun he dicho, es en polvo metálico.

13 En quanto á los trabajos por mayor ninguno hay todavía determinado ni practicado. Habiendo notado el Gobierno español que se adulteraba el oro con el platino, y que era difícil advertir el fraude á causa de la pesantez específica de esta aleacion y de su inalterabilidad, dicen que hizo cerrar las minas de platino; expresion incierta, y que se debe explicar de un modo que no quede ambigüedad. Hallándose siempre el platino mezclado con las minas de oro, y sembrados ámbos en estado nativo en una misma ganga, parece que es imposible que se hayan cerrado las minas de platino; sino que á medida que se escoge y separa este, por no disolverse en el mercurio como el oro, se pone y guarda aparte para que no pueda como antiguamente entrar en el comercio; de donde resulta que no haya hecho progresos el arte de trabajarle por mayor, y que no se haya formado establecimiento alguno tocante á este ramo tan nuevo en la metalurgia. Por tanto no tenemos acerca de la metalurgia del platino sino una serie de trabajos hechos mas por mayor que los de un simple ensaye; pero mucho ménos sin comparacion que los trabajos metalúrgicos ordinarios. De este modo han llegado los ciudadanos Caroches, Jeannety, Chavaneau y otros varios á fundir, principalmente por medio del ácido arsenioso, ó lo que llaman *arsénico blanco*, cantidades poco considerables, es decir, algunas libras de platino, batirle y forjarle, calentándole y ablandándole continuamente hasta privarle poco á poco de todo el arsénico que le ha hecho entrar en fusion, y conservándole la union y trabazon de sus partes, que se necesita para laminarle, batirle, sacar una pieza cóncava, y pasarle por la hilera. Así se ha conseguido darle la mayor pureza poniéndole en el estado ordinario de los demas metales, y haciéndole tomar las formas que pueden hacerle útil para un gran número de usos.

14 Como todavía no se han descrito los diversos métodos de que los artistas citados se han servido para purificar, fundir y forjar el platino por mayor, creo sea útil dar aquí el del ciudadano Jeannety, publicado por el mismo en la relacion hecha por Pelletier en 1790 á la Oficina de Consultas.

*Método del ciudadano Jeannety para sacar barras maleables del platino.*

15 „ Se debe machacar primeramente el platino para separarle de las partes ferruginosas y heterogéneas mezcladas con él. Hecha esta operacion preliminar, tomo tres marcos de platino, seis de polvos de arsénico blanco, y dos de potasa refinada; lo mezclo todo, pongo al fuego un crisol de quarenta marcos de cavida; y luego que mi horno y crisol estan bien calientes, echo en el crisol un tercio de la mezcla, y le doy una buena calda; le cargo despues segunda y tercera vez, teniendo siempre cuidado de revolverlo con una varilla de platino; doy entónces un buen golpe de fuego, y despues de haberme asegurado de que el todo está ya líquido, aparto mi crisol del fuego, y le dexo enfriar. Le rompo, y hallo un boton bien formado, que atrae el iman; le hago pedazos, le fundo segunda vez del mismo modo; y si esta segunda fundicion no le ha purificado todavía del hierro, le fundo hasta tercera vez; pero por lo regular con dos fundiciones hay bastante; y si alguna vez me veo obligado á hacer alguna tercera, junto dos botones para ahorrar carbon y crisoles.

16 „ Concluida esta primera operacion tomo unos crisoles, cuyo suelo es llano, de una circunferencia que da al boton cosa de tres pulgadas y un quarto de diámetro; pongo bien rusientes estos crisoles, y echo en cada uno tres marcos del platino que ha sido fundido por el arsénico, á lo qual añado su peso igual de arsénico, y cosa de un marco de potasa refinada; le doy entónces un buen golpe de fuego, y despues que está bien líquido retiro el crisol, y le dexo á enfriar, cuidando de ponerle horizontalmente para que salga mi boton de igual grueso en todas sus partes. Roto el crisol hallo un boton bien limpio y sonoro, que pesa regularmente tres marcos y tres onzas. He observado que quanto mas arsénico combinaba con el platino, mas pronta y fácil era su purificacion. En este estado pongo mi boton en un horno de mufla, la qual no de-

be ser mas alta que la circunferencia de los botones puestos de canto, y algo inclinados contra las paredes de la mufla; coloco de este modo tres en cada lado; doy fuego á mi horno para que se caliente la mufla igualmente en toda su circunferencia; y al punto que los botones empiezan á evaporarse cierro las puertas de mi horno para mantener el fuego á un mismo grado, lo que se debe cuidar hasta el fin de la operacion; porque solo un golpe de fuego demasiado violento haria perder en balde así el tiempo como el trabajo. Hago evaporar mis botones por espacio de seis horas, cuidando de mudarles de una parte á otra para que todos reciban igual grado de calor; y les pongo en aceyte comun: les mantengo despues el mismo espacio de tiempo á un fuego capaz de disipar el aceyte en humo, continuando esta operacion miéntras que el boton se evapora; y luego que cesa la operacion avivo el fuego quanto es posible por medio del aceyte. Los vapores arsenicales tienen un lustre metálico, que no consigo sin intermedio, y jamas he podido sacar el platino perfectamente maleable sin este agente.

17 „Si se siguen bien todos los preliminares que indico, la operacion dura solo ocho dias; entónces limpio mis botones en ácido nitroso; les hago hervir en agua destilada hasta que arrojen todo el ácido; pongo varios uno sobre otro; les aplico el mayor fuego posible, y les bato, teniendo cuidado, á la primera calda, de enrojecerles en un crisol para que no se introduzca cuerpo alguno extraño en mis botones, que vienen á ser solo unas masas esponjosas ántes de esta primera compresion; despues los caliento al descubierto, y formo con ellos un barrote cuadrado, que bato en todos sentidos por mas ó ménos tiempo, segun el grueso que tienen.”

18 Es de creer que el Gobierno español, que es el único que posee en América las minas de platino conocidas, y que sabe que la Química tiene medios ciertos y seguros de reconocer todas las aleaciones y proporciones del platino con la plata y el oro, de manera que nada tenga que temer en quanto á la seguridad del comercio, pre-

sentará quanto ántes á los metalurgistas ocasiones de perfeccionar el trabajo, purificacion, fusion y forjado del platino, poniendo en circulacion este metal precioso, lo qual sin duda no está ya muy distante. Tambien es de creer que este trabajo continuado por el plan de los primeros ensayes que han pintado tan bien á los artistas y sabios arriba citados, reducirá pronto á ménos el precio puesto hasta aquí á los productos de esta nueva industria, como son hojas, planchas, barras y alambres de platino puro, cuya utilidad se expondrá al fin de este artículo.

### *E. Oxdabilidad por el ayre.*

19 No solamente no se altera el platino en su brillo ni en su color por una larga exposicion al ayre, sino que tambien sucede lo mismo aunque se aumente su temperatura, pareciendo superar en esta parte al oro y la plata; porque enroxeciendo á un mismo tiempo y á un mismo fuego en contacto con el ayre una barra ó una plancha de su superficie bien tersa y bruñida de cada uno de estos tres metales, las del oro y la plata padecen una leve alteracion en su color, que se empaña y vuelve mate, miéntras que la del platino sale del fuego, y se enfria al ayre conservando su brillo y pulimento, lo que depende de su densidad mucho mayor que la de los dos metales, y de la extrema aproximacion de sus moléculas.

20 En los granos de platino nativo no hay al parecer igual inalterabilidad, ó una indestructibilidad tan perfecta. Macquer observó que enroxecidos estos granos fuertemente en un crisol al fuégó de la fábrica de cristales tomaban al enfriarse en el ayre un color empañado y gris obscuro, aumentando al mismo tiempo de peso. Igual observacion hecha ántes por Margraff, y conforme con otros varios hechos análogos sobre el obscurecimiento del color de este metal quando se llega á oxídar, parece indicar que es susceptible de absorver una débil porcion de oxígeno, que seguramente no pasa de algunos milésimos, quando despues de haberle enroxecido fuertemente se le dexa enfriar al ayre.

21 Este fenómeno visto por todos los químicos que han descrito la accion de un gran fuego combinado con el contacto del ayre sobre el platino en granos, no impide el que se mire como uno de los metales mas inalterables é indestructibles por la atmósfera, como uno de los que permanecerán en ella mas puros, y por mas largo tiempo sin la mas leve mudanza, ni la mas leve pérdida, quando se les dexe expuestos al ayre en trozos, barras, hojas, planchas ó alambres, porque jamas lo repetiré bastante; presenta una densidad mucho mayor, y por consiguiente una inmutabilidad mas particular luego que está purificado, y ha recibido la conveniente compresion que quando se halla en la forma de granos ó lentejuelas que le ha dado la naturaleza. Ademas de eso se ha de notar tambien que muchos autores, que me ves en la precision de citar aquí para presentar la historia completa de las propiedades de este metal, han trabajado muchas veces sobre el platino en granos nativos, y por consiguiente debieron referir al hierro, del qual contiene á lo ménos 0,05, las atracciones de que le creyeron susceptible; de manera que hay siempre que hacer algunas correcciones en todas las observaciones practicadas ántes que se hiciesen mas comunes los trozos, planchas, hilos y alambres de platino puro, segun le tenemos en el dia.

22 A pesar de esta singular inalterabilidad del platino, mayor sin duda que la de la plata y el oro, debemos confesar que es relativa á los débiles medios de division y temperatura que tenemos á nuestra disposicion. Las últimas experiencias de oxidacion, que ha hecho el ciudadano Van-Marun por medio de la violenta conmocion eléctrica, han probado que un alambre de este metal se quemaba é inflamaba en el ayre, esparciéndose en polvo semejante á humo, que era un verdadero óxide de platino. Recibiendo este polvo sobre un papel, ó mejor todavía quemando este metal entre un papel blanco en vez de esta especie de humo, se encuentra una mancha gris pegada á este cuerpo, la que le penetra tan íntimamente que no se puede quitar jamas. Se nota una llama blanca poco bri-

llante durante esta deflagracion; segun lo qual podemos decir que en fuerza de la extrema division y alta temperatura, que la conmocion eléctrica comunica al platino, se enciende, inflama y arde como todos los demas cuerpos combustibles. Pero á pesar de esta violenta combustion no se debe mirar su efecto como el último término de oxidacion del platino, pues parece que no contiene todo el oxígeno que puede absorver, y solo es un primer óxide que puede pasar mas adelante, segun se verá por la accion de los ácidos capaces de atacarle. Por lo demas, como todavía no se han recogido grandes porciones de este óxide para reconocer bien sus propiedades, y determinar el aumento de peso, se cree solo por analogía, aunque á la verdad muy fuerte, que se descompone fácilmente, y que la accion del calórico puede desprender de él el oxígeno reduciéndole completamente.

*F. Union con los cuerpos combustibles.*

22 Entre los cuerpos combustibles solo el fósforo y la mayor parte de los metales puede unirse con el platino, no contrayendo combinacion alguna con él todas las demas substancias de este orden. El ázoe, hidrógeno, carbono, y sobre todo el azufre, que se une con tantas substancias metálicas, no exercen accion alguna sobre el platino, ni forman compuesto alguno con él. Esta resistencia á la combinacion, esta debilidad y falta de atraccion por lo que mira al platino, dependen evidentemente de la densidad y aproximacion de sus mismas moléculas, que adhieren demasiado entre sí para ser atraidas por las de estos cuerpos.

23 Ya habia echado de ver Margraff cierta accion entre el platino y el fósforo; pero no pasó de aquí, y entrevió solo la combinacion que son capaces de formar estas dos materias; debiéndose á Pelletier el conocimiento verdadero y exácto de la union de estos dos cuerpos. Una mezcla de partes iguales de granos purificados de platino y vidrio de ácido foscórico, á lo qual añadió un octavo de su peso de

carbon, y calentado por espacio de una hora en un crisol hasta la temperatura que funde el oro, le presentó baxo un vidrio negruzco un botoncito de color blanco plateado, algo mas pesado que el platino empleado, y lleno el fondo de cristales cúbicos. Este boton era un verdadero fosforeto de platino tan duro que daba chispas con el eslabon, no atraible al iman, muy agrio, y que soltaba el fósforo á un fuego capaz de mantenerle fundido, cubriéndose al principio de un vidrio negro que despues se volvia verdecino, azulado y blanco. Este color sucesivo del vidrio hizo creer á Pelletier que el fósforo era á propósito para separar el hierro del platino, y purificarle. Exponiendo este fosforeto á un gran fuego en copelas renovadas llegó á separar el hierro por medio del vidrio fosfórico, que cargando con él penetró por la tierra de huesos. Expuesto el platino quatro veces seguidas á esta especie de copelacion dió un boton capaz de ser laminado, pero quebradizo todavia en caliente. Variando esta experiencia llegó Pelletier á afinar el platino, y dexasle en estado muy puro. El fosforeto de este metal detona fuertemente quando se echa en polvo sobre el nitro fundido; y si se echa con muriate sobreoxígenado de potasa en un crisol candente produce una terrible detonacion, y queda el platino muy puro en el fondo de este vaso. Habiendo echado fósforo sobre granos de platino rusientes en un crisol entró el metal inmediatamente en fusion, se formó un fosforeto agrio, duro, de grano fino, bastante semejante al color del acero, y cubierto de una capa de vidrio negro despues de haber adquirido mas de un sexto de su peso primitivo. Expuesto este fosforeto á un gran fuego pierde su fósforo, que viene á arder en la superficie, y dexa el platino infusible en una masa escorificada y porosa, muy maleable, pura, y con solo un poco de vidrio fosfórico entre sus moléculas. Batiéndola con un buen mazo, despues de estar bien candente, hizo salir de ella todo el vidrio que contenia, y se halló con un boton de platino muy puro y maleable. De este medio se ha valido para hacer platillos de balanzas y tejos que ha acuñado en medallas, ateniéndose á es-



te método como uno de los mejores para separar completamente el hierro del platino, y sobre el qual solo tiene accion el ácido fosfórico, fundiendo dos partes de platino con una de este ácido vidrioso para esta importante purificación.

24 Si el azufre no ataca al platino, los sulfuretos alcalinos le disuelven y mudan sus propiedades, sucediendo lo mismo que con el oro, y pasando líquido por los filtros en esta disolucion, que no obstante es mucho ménos fácil y manifiesta que la del oro. Es indubitable que se sacaria un resultado semejante con el fósforo y los álcalis; pero todavía no se ha examinado esta especie de combinacion, que haria muy probable la union del fósforo y el platino.

25 El arsénico se combina con el platino, y forma con él una aleacion dura, rígida y quebradiza. Se ha trabajado mucho sobre la accion del arsénico ú óxide arsenioso sobre el platino; Mr. Achârd y el ciudadano Guyton son los dos primeros químicos que han tratado este metal por el arsénico blanco, segun se llamaba ántes de la expresion apropiada de ácido arsenioso, y por esta adicion en extremo fundente se ha llegado á fundir y hacer correr este metal, purificándole de las diversas materias extrañas que puede contener, y sacándole puro, dúctil y capaz de servir para todos los usos á que se quiera destinar este precioso metal; de esta manera se trabaja en Paris algo por mayor fundiéndole y moldeándole primero en planchas gruesas y paralelográmicas, que despues se enrojecen y tiran en barras batiéndole mucho y aprisa. En fuerza de estas vivas y repetidas percusiones sobre el platino aleado con arsénico, se separa y volatiliza este, se afina el metal, y se vuelve infusible; pero conserva su ductilidad de modo que se puede tratar y trabajar como el hierro, no obstante que este sea mucho mas fácil de forjar. Luego que ha sido enrojecido y fuertemente batido bastante número de veces, se halla puro, y no contiene perceptiblemente arsénico. Aunque se cree que cada artista de los que trabajan algo por mayor este metal en

Paris se vale de métodos particulares, parece que generalmente se sigue el que indico aquí, porque solo el arsénico es el que goza de esta doble é importante propiedad de contribuir á la fusion del platino, y de abandonarle mas ó ménos enteramente por la accion del calórico continuado, y por el batido que se le da para forjarle.

66 No se conocen todavía las combinaciones del platino con el tungsteno, molibdeno, cromo, titanio, uranio y manganeso. Hay muy cortas porciones de estos metales puros y aun de platino puro, y es tambien demasiado poco lo que se espera de su aleacion con estas substancias metálicas para que se hayan examinado las atracciones que hay entre ellas, y los productos de su union. Lo propio sucede con el cobalto y el níquel. Comparando Bergman las propiedades de estos últimos metales entre sí ha hecho ver que se acercaban ó parecian mucho uno á otro, y al mismo tiempo al hierro; y dudó si se les podria considerar á todos, pero en especial al platino, como modificaciones del hierro, ó mas bien como estados varios de una misma substancia metálica primitiva, capaz de tomar una multitud de formas y qualidades diferentes, segun las numerosas circunstancias en que la naturaleza la coloca, ó en que la trabaja el arte. Pero ha inferido, con aquella precision y finura que acostumbra, de todos los hechos reunidos sobre estos varios metales que el platino, que jamas ha sido separado en diversos cuerpos, y cuya naturaleza nunca ha sido imitada por aleacion alguna, era verdaderamente un metal particular.

67 El bismut se alea muy bien con el platino mediante la fusion, resultando de ello un metal tanto mas fusible y agrio, quanto mas abundante es la proporcion del bismut. Esta aleacion cambia fácilmente de color al ayre volviéndose amarilla, purpúrea y negruzca: no se puede copelar; y quando la proporcion del bismut disminuye, el platino volviendo á adquirir su infusibilidad y carácter naturalmente intratable, se fixa en una masa esponjosa, porosa y escoriforme, que retiene todavía mucho bismut, y es en extremo agria y quebradiza. No obstante se ha de

observar que estos fenómenos se han visto y descrito sobre un platino impuro y en bruto, y no se ha tratado de reconocer esta aleacion con el platino purificado de que he hablado mas arriba.

68 Se sabe tambien que el platino en bruto se funde fácilmente con el antimonio, de lo que resulta un metal de facetas, muy quebradizo, y del qual se puede separar el antimonio por la accion del fuego, pero que retiene con bastante tenacidad las últimas porciones de él, perdiendo así mucha pesantez y ductilidad. Por lo demas lo mismo viene á ser esta combinacion que la antecedente; pues todavía no se ha examinado la aleacion de platino puro con el antimonio, ni se conocen las propiedades de esta aleacion que será preciso indagar de nuevo. Lo propio sucede con la accion del sulfureto de antimonio, que los alquimistas empleáron tan frecüentemente para purificar el oro, y que por analogía podria tener igual accion sobre el platino en bruto, ó impuro; pero todavía no se ha tratado de aprovecharse de él para la purificacion del platino.

69 Casi todos los químicos han convenido hasta aquí en que el mercurio no se puede unir con el platino, ni se puede hacer una amalgama con este metal; para adoptar esta opinion se fundáron ademas de eso en lo que sabian, de que en América se separaba el oro del platino por medio del mercurio, y que ni aun se conseguia sacar el platino hasta despues de haber triturado con mercurio la mina que contenia ámbos metales. No obstante, examinando con cuidado las propiedades del platino en bruto, se encuentra con bastante frecüencia en él una porcion de mercurio. Scheffer y Lewis han intentado en vano amalgamar el platino aun con ayuda del agua y del ácido nítro-muriático. Habiendo reconocido el ciudadano Guyton que la adherencia de una hoja de platino al mercurio era mucho mayor que la de los metales que no pueden unirse con él; que se acercaba bastante á la de algunos metales que se disuelven en él fácilmente, y que excedia á la adherencia del zinc y el antimonio que pueden combinarse con este metal, intentó hacer esta combinacion, y lo logró

hasta cierto punto por un método diferente de los que hasta él se habían practicado. Puesta una hoja muy delgada de platino puro baxo mercurio en el fondo de un matraz colocado en un baño de arena bastante caliente para que el mercurio se mantuviese hirviendo, y el matraz se enrojeciese, salió de este líquido metálico con aumento de peso, penetrado de mercurio y muy quebradizo; en una palabra, en un estado bien patente de amalgamacion. A la verdad este género de combinacion se diferencia notablemente de la de los metales verdaderamente solubles en el mercurio, y el platino no pierde su forma sólida, ni se disuelve en él; pero á lo ménos es mucho mas perceptible que la del hierro con el que se habia comparado el platino con relacion á esta insolubilidad en el mercurio. Es fácil de notar que en virtud de esta difícil disolucion podrian tratarse con el mercurio las aleaciones de algunos metales muy solubles con el platino, el qual separaria aquellos sin tocar al platino puro.

70 El zinc se combina fácilmente con el platino, y le hace muy fusible; la aleacion que resulta es quebradiza, dura de limar, y tiene un color que tira á azul, sobre todo quando el platino es mas abundante que el zinc. Calentando por largo tiempo esta aleacion se separa el zinc que se volatiliza y arde á la superficie; pero cuesta mucho trabajo extraer las últimas porciones de este metal, así como las del bismut y antimonio en sus respectivas aleaciones.

71 El platino se alea muy fácilmente con el estaño, componiendo una de las aleaciones mas fusibles y fáciles de liquidar; pero por desgracia es muy agria y quebradiza al menor golpe en la proporcion de partes iguales de ámbos metales, y si es en la dosis de doce partes contra una de platino forma un metal mixto muy dúctil, de grano áspero y grueso, que amarillea al ayre; en lo que se ve que el platino parece disminuir mucho la ductilidad del estaño. Sin embargo se ha propuesto una aleacion semejante con añadidura de cobre para la construccion de los espejos de telescopio. Lewis asegura haber conseguido oxí-

dar el platino, y disolverle en el ácido muriático por medio de su aleacion con el estaño. En general se sabe que los metales adquieren muchas veces la combustibilidad en sus combinaciones recíprocas.

72 El platino se funde muy bien con el plomo, aunque pide un fuego mas fuerte que la aleacion anterior. La ductilidad del plomo se altera extraordinariamente por su union con el platino, y la aleacion que resulta á partes iguales tira á color de púrpura, es estriada, granugienta en su fractura, frágil, y se altera con bastante facilidad al ayre. La copelacion del platino por medio del plomo ha sido mirada por todos los autores que han tratado de este metal importante como una de las operaciones mas delicadas que podian emprender, porque creian que serviria para purificarle á la manera del oro y la plata: le ensayáron gran número de veces, y tuviéron raros resultados á causa de la infusibilidad de este metal. En vano Lewis, que ha sido uno de los primeros, trató de copelar el platino en los hornos comunes de copela, á pesar del terrible fuego que en ellos le ha dado; porque la oxidacion y vitrificacion, é igualmente la absorcion del vidrio de plomo por la copela, solo se verifican al principio en fuerza de la superabundancia de plomo; pero inmediatamente se fija el platino, cesa la operacion, y el metal queda unido con una porcion de plomo y sin ductilidad alguna. Sin embargo Macquer y Baumé dicen haber conseguido copelar perfectamente una onza de platino con dos de plomo, colocadas en el parage mas caliente del horno, que sirve para cocer la porcelana de Sevres, en el qual dura cincuenta horas continuas el fuego alimentado con leña: el platino que sacáron al cabo de este tiempo estaba aplastado sobre la copela y bien fundido; su superficie era obscura y arrugada, y se separó fácilmente, hallando debaxo de ella otra superficie brillante, y dexándose extender perfectamente á golpe de martillo. Despues se aseguráron que este platino era muy puro, y no contenia nada de plomo. Dos pedazos de platino copelados de esta suerte, candentes, y puestos uno sobre otro, se soldáron sólidamente

á un golpe de martillo. El ciudadano Guyton ha logrado copelar igualmente una grama de platino y dos de plomo, sirviéndose del horno de viento de Macquer, y reiterada la operacion quatro veces, ha durado doce horas. Sacó este químico un boton de platino nada adherente, pero bien homogéneo, de color semejante al de estaño, algo escabroso en su superficie, que pesó exáctamente una dracma, y no era atraible al iman. Por el resultado de estas dos experiencias se ve que nos dan un método á propósito para sacar el platino puro, fundido en glóbulos, maleable y fácil de reducir á planchas capaces de ser forjadas, y por consiguiente empleadas en la construccion de muchos utensilios. Pero no es ménos evidente que estos métodos dispendiosos y difíciles jamas podrán apropiarse á las artes, ni servirán á lo mas sino para algunas operaciones delicadas de las ciencias.

73 Lewis fundió hierro colado con platino, y obtuvo una aleacion tan dura que no la podia morder la lima: tenia algo de ductilidad; pero se quebraba quando estaba rusiente á causa de la diferencia de fusibilidad entre sus dos componentes. Jamas pudo el mismo químico llegar á alear el hierro forjado con el platino, con lo que esperaba reunir de este modo la dureza del acero templado con la gran ductilidad del platino. Esta imposibilidad de union entre el platino y el hierro nos aparta mucho de aquella idea que los químicos se formáron del platino, creyéndole ó una especie de hierro ó una aleacion natural de hierro y oro; porque no hay ni un solo exemplo de que un metal aleado no se una con alguno de aquellos que ya contiene en su aleacion. Es verdad que la extrema infusibilidad de los dos metales que se tratan de reunir en esta combinacion es un gran obstáculo para la formacion de ella; sin embargo se logra fácilmente con auxilio de un tercer metal, sobre todo el estaño, zinc y plomo.

74 El platino se funde mejor con el cobre, al qual da cierta dureza; quando la proporcion del cobre es tres ó quatro veces mayor que la del platino tiene la aleacion ductilidad, y puede tomar un bellissimo pulimento que no

pierde aunque esté diez años expuesto al ayre. Con esta combinacion metálica, á la qual añadiéron un poco de arsénico para hacerla mas fusible, hiciéron los ciudadanos Rochon y Larochez excelentes espejos de telescopio, de un bello pulimento, de grano muy fino, y casi del todo inalterables al contacto del ayre.

75 El platino se alea muy bien con la plata mediante la fusion, aunque corre bastante difícilmente con este metal. El platino aumenta mucho la dureza de la plata, y empaña su color. Si se tiene fundida por algun tiempo esta aleacion se separan los dos metales, y Lewis ha visto disparada la plata en esta fusion contra las paredes del crisol con una especie de explosion. Este fenómeno ha sido observado despues por el ciudadano Darcet en la plata sola calentada fuertemente, segun he dicho en la historia de este último metal. En las experiencias que ha hecho Tillet sobre la aleacion de estos dos metales y su separacion por una especie de apartado mediante el ácido nítrico ha conseguido separar el platino baxo la forma cristalina de hojas de helecho, y atacado en parte por el ácido.

76 El oro se combina con el platino, aunque solo se funde con él á un fuego violento; y el platino altera y debilita mucho el color del oro, á ménos que no se ponga en pequeñísima cantidad. Se ha observado que esta mutacion de color no se verifica sino quando es mas de un decimoséptimo, y que en esta proporcion y en todas las inferiores el color del oro no se altera sensiblemente; no modifica el platino notablemente la pesantez específica del oro, como ni tampoco su ductilidad; por lo que se introduxo el fraude de adulterar el oro con el platino, y el Gobierno español, movido de la facilidad de cometer este abuso, prohibió la importacion de este metal en Europa, y le hizo arrojar á los rios á medida que se extraia de las minas de oro en que se halla sembrado. Pero ya he dicho, y haré luego ver mas por menor, que la Química tiene medios analíticos, tan fáciles como seguros, para reconocer la aleacion del platino, y valuar inmediatamente sus proporciones por experiencias muy exâctas, y que pueden hacer-

se tan familiares como las que forman el arte del ensayador.

77 Aquellos naturalistas ó químicos, que creyeron con el ilustre Conde de Buffon que el platino era una aleacion natural de hierro y oro, se inclinaron á esta opinion solo por analogías que podrán tenerse por muy ingeniosas, pero no estan fundadas sobre experiencia alguna exâcta. Jamas se ha sacado de una aleacion artificial de oro y hierro en qualquiera proporcion que se haya hecho un metal semejante al platino, y jamas se ha separado hierro ni oro del platino bien purificado. Decir pues que la naturaleza emplea medios desconocidos para executar esta especie de combinacion metálica, y hacer esta aleacion indescomponible, ó imposible de destruir y reconocer por el arte, es admitir una suposicion que ningun hecho cierto y averiguado hace verosímil en toda la analisis química; y se ve que con semejantes suposiciones se haria bien pronto una serie de cuentos que compondrian no la historia sino la fábula de la naturaleza.

#### *G. Accion sobre el agua y los óxides.*

78 Lo que hemos visto hasta aquí de las propiedades del platino prueba que este metal denso es atraído por el oxígeno demasiado débilmente, para que pueda alterarse de modo alguno por el agua. Hay un caso sin embargo en el que se podría creer que obra sobre este principio del agua, y es aquel en que se oxida inflamándose en un gas que no contiene otro oxígeno que el del agua que oculta en forma de vapor; pero esta agua se descompone en virtud de la chispa y conmocion eléctrica, y solo se verifica en aquel momento en que su oxígeno aislado del hidrógeno se presenta al platino muy caliente y dividido en fuerza de la electricidad, segun he hecho ver mas arriba en la historia del oro y la plata; y aun esta oxídacion del platino es mas difícil que la de estos dos metales.

79 Por la misma razon que este metal no tiene accion alguna sobre el óxide hidrogenado del agua, tampoco la



tiene sobre los óxides metálicos. No hay uno á quien quite el oxígeno, y por el contrario la mayor parte de los demas metales le roban á él este principio, y le *desque-*  
*man* con mas ó ménos energía, prontitud y facilidad.

## H. Acción sobre los ácidos.

80 El platino es uno de los metales que ménos obran sobre los ácidos, y son ménos solubles en ellos. El ácido sulfúrico mas concentrado y auxiliado del mayor calor no le ataca de modo alguno, ni padece la menor alteracion. Lo propio sucede con el ácido nítrico; y si el ácido nítrico parece atacarle levemente, como lo hace con el oro, es mucho ménos perceptiblemente que en este último metal: así todos los químicos han asegurado unánimemente que el platino no era soluble en el ácido del nitro. El ácido muriático mas fuerte tampoco obra sobre el platino aun auxiliado de una larga ebulicion; y por eso se valen de esta absoluta inaccion sobre el platino y fuerte accion de este ácido sobre el hierro los que tienen que purificarle y separar este último metal del primero. La destilacion, medio tan poderoso para oxidar y disolver la mayor parte de los demas metales, tampoco contribuye mas á la alteracion del platino por los ácidos; y se puede decir que entre todas las substancias metálicas esta es la única que no padece alteracion alguna por casi todos los ácidos. Así los ácidos fosfórico, fluórico, borácico, carbónico, y los quatro ácidos metálicos mucho mas débiles que los tres primeros, no tienen absolutamente influencia alguna sobre el platino puro y en su estado de metal; solo los ácidos sobrecargados de oxígeno, y que adhieren poco á este principio conteniéndole en exceso, son los únicos, como ahora veremos, que le pueden disolver.

81 Tres ácidos solamente, ó mas bien el ácido muriático en su triple estado de sobreoxigenacion, oxidan y disuelven el platino. El ácido muriático oxigenado líquido obra prontamente sobre este metal á un calor de quince á veinte grados de la graduacion del termómetro de

Reaumur; se verifica la oxidacion y disolucion del platino sin efervescencia perceptible, porque quita tácitamente, digámoslo así, el oxígeno poco adherente al ácido muriático, sin tener que separarle de alguna otra base capaz de tomar la forma gaseosa, circunstancia que, como ya he dicho un gran número de veces en los artículos anteriores, es la única causa de la efervescencia de que van acompañadas otras muchas disoluciones. A medida que el platino se oxida así tranquilamente se disuelve en el ácido muriático que ya está desoxigenado, y entónces tiene tanta atraccion con su óxide, como poca ó ninguna con el metal mismo. La disolucion que se logra en este caso es muy débil y poco cargada á causa de la pequenísima cantidad de ácido muriático que queda en el agua, y respecto á la escasa porcion de ácido muriático oxigenado, que este líquido contenia al principio; y así esta disolucion de muriate de platino, que saturada seria de un color roxo parduzco, es solo de amarillo obscuro ó levemente naranjado. No obstante se parece á las dos siguientes en todas las propiedades que presenta, siendo únicamente en esta débiles y poco manifestas á causa del poco óxide de platino contenido en ella.

82 El ácido muriático cargado de gas nitroso, ó por mejor decir, el ácido muriático mezclado con ácido nitroso, segun se halla en el estado en que antiguamente le llamaban *Agua Regia*, obra con mucha mas fuerza y rapidez sobre el platino que el ácido muriático oxigenado. En este caso, igualmente que en la disolucion de oro por el mismo reactivo, el óxide nitroso es el que mediante la fuerte atraccion del ácido muriático con el óxide de platino se descompone, cede su oxígeno al metal, y le hace soluble en este ácido. Se ha observado que el ácido nitro-muriático mas conveniente y á propósito para esta disolucion es el que resulta de la mezcla y reaccion de partes iguales de ácido nítrico y muriático. Sin embargo es mucho ménos fácil y notable esta accion que la que el mismo ácido mixto exerce sobre el oro, lo que depende de la extrema densidad del platino, que es casi una quarta parte ma-

yor que la del oro y de su atraccion mucho mas débil para con el oxígeno.

83 Así para que esta disolucion salga bien se tiene que recurrir á una operacion que no es necesaria para executar la del oro. Se pone en una retorta de vidrio una parte de limaduras finas de platino puro, ó de granos de platino bien separados de arena, hierro y oro mediante la locion por lo que hace al primero, mediante el ácido muriático por lo que al segundo, y escogiéndoles á la mano por lo que al tercero; se echan sobre ellos diez y seis partes de ácido nitro-muriático hecho á partes iguales; se coloca la retorta en un baño de arena, y se la adapta un recipiente; se hace hervir el ácido como si se quisiese executar la destilacion, y al principio se desprende un poco de gas nitroso, y despues verdadero gas ázoe, producido, segun se ve, por la entera descomposicion del óxide ó gas nitroso; este último gas se separa en muy corta cantidad y lentamente, porque el platino absorve muy poco oxígeno, y no requiere verosímilmente mas que de cinco á siete por ciento para disolverse en el ácido muriático. El disolvente toma un color amarillo que pasa al naranjado, y despues al rojo subido y al pardo obscuro.

84 Esta disolucion muriática de platino, que es una de las disoluciones metálicas de mas color que se conocen, es de una grande acritud ó una verdadera causticidad. Corroe y quema las materias animales, y el color que produce sobre el cutis es un pardo negruzco que jamas pasa al bello matiz purpúreo, que caracteriza á la disolucion de oro en el mismo ácido. Se ha notado que el platino bien puro y separado de todo el hierro que contiene en su estado habitual jamas toma otro color que el amarillo naranjado subido; y segun esto se ha atribuido al hierro el pardo obscuro de la disolucion comun. Es verdad que la mayor parte de las que han hablado los químicos se han hecho con el platino en bruto y muy ferruginoso: por lo demas, extendiendo en agua la disolucion pardo obscura, pasa primero al color naranjado, y despues á un amarillo vivo, que se acerca mucho á la disolucion de oro. A veces

quando esta disolucion es muy espesa depone por el enfriamiento cristalitos informes casi pulverulentos, de un color leonado, que son un verdadero muriate de platino. Macquer dice que evaporando suavemente, y dexando despues enfriar esta disolucion de platino, se sacan cristales mucho mas gruesos, y mejor determinados que los que da espontáneamente despues de su saturacion. Habiendo dexado Lewis evaporar espontáneamente al ayre la misma disolucion, sacó unos cristales roxo oscuros, bastante grandes, irregulares, y que se parecian al ácido benzoico sublimado, solo que eran un poco mas gruesos. Bergman asegura que da por la evaporacion cristales de un color roxo parduzco, ya opacos, ya transparentes, muy pequeños ó regulares, en granos angulosos, y cuya verdadera figura le fué imposible determinar; lavados y secados estos cristales son ménos disolubles por la ebulicion que el mismo sulfate de cal; su disolucion es amarilla, y depone unos copitos de color pálido, que Bergman cree ser el óxido de hierro; así se halla mucha discordancia en los autores sobre el muriate de platino, lo que prueba que han trabajado sobre este metal impuro, y que no le han tratado todos de un mismo modo, ni por los mismos métodos de disolucion.

85 El muriate de platino es de un sabor acerbo y astringente; y sin ser cáustico como el del oro es descomponible por el fuego, dexa exhalar su ácido, y da un óxido gris. El ácido sulfúrico concentrado produce con él un precipitado. La potasa forma inmediatamente en la disolucion unos cristalitos rojos, por lo regular octaédricos, que son una sal triple; un exceso de este álcali forma un precipitado de óxido amarillo; y el sulfate de potasa produce la misma sal triple. Aunque Margraff haya asegurado que la sosa no precipitaba el muriate de platino, Bergman ha logrado esta precipitacion empleando mayor porcion de este álcali. Este óxido así depuesto es amarillo y como esponjoso, y no se forma en este caso una sal triple cristalizada como con la potasa. El amoníaco forma tambien unos cristales de sal triple rojos ó amarillos en octaedros

de muriate de platino amoniacal. La sosa descompone estos cristales, y separa de ellos un óxide colorado; la potasa no separa el mismo óxide, y pasa á ocupar solamente el lugar del amoniaco formando muriate triple de potasa y platino. Las sales amoniacales, y sobre todo el muriate de amoniaco, precipitan del mismo modo al muriate de platino en sal triple amarilla, granugienta y poco soluble. La misma sal se consigue echando una disolucion de muriate de amoniaco en las sales de platino formadas por el óxide de este metal sacado mediante la sosa, y disuelto en los ácidos sulfúrico ó nítrico. Es pues una propiedad general de las sales del platino, segun las experiencias de Bergman, formar con la potasa y el amoniaco, ó con las sales de estas bases, sales triples poco solubles y cristalizables, que se descomponen por la accion del fuego y digestion lenta con la sosa: la cal obra sobre la disolucion muriática de platino del mismo modo absolutamente que la sosa; pues precipita un óxide, y no hace sal triple, con cuyo motivo coteja Bergman ingeniosamente la sosa con la cal, y la potasa con el amoniaco, trayendo á la memoria que estos dos últimos, é igualmente sus sales neutras, hacen cristalizar el alumbre, al paso que la sosa y la cal juntamente con sus sales no producen el mismo efecto. En el mismo parage de su disertacion sobre el platino hace notar que las minas de alumbre contienen naturalmente potasa, ó que se forma durante la calcinacion, lo que entónces no exíge que se añada en la fabricacion de esta sal. Así por esta idea general á que llegó guiado por el examen de la disolucion del platino, se adelantó en fuerza del ingenio al descubrimiento de Mr. Klaprot y del ciudadano Vauquelin sobre la existencia de la potasa en las piedras.

86 Los precipitados ó sales triples, logrados por la potasa, el amoniaco y sus sales derramados en la disolucion muriática de platino, tienen la importante propiedad de reducirse sin adiccion, á un fuego vivo, en glóbulos metálicos, segun descubrió el primero Delisle sobre el precipitado hecho de muriate de amoniaco, y segun des-

pues lo confirmó Sickingen haciendo esta experiencia mucho mas por mayor. Bergman que generalizó esta propiedad hallándola tambien en los precipitados hechos por el amoníaco puro, la potasa y sus sales, observa que se funden bien al soplete mediante el fosfate triple de la orina que retiene su polvo, y sacó de este modo un granito brillante, del qual hizo una planchita de cosa de una línea de diámetro, batiéndole sobre el yunque. Por el mismo método reunió siete ú ocho planchitas como esta en un glóbulo que Bergman compara con el grueso de una cabeza de alfiler, las cuales conserváron su ductilidad. No pudo llegar á dar granos de mayor tamaño á una fusion bastante perfecta para que no le saltasen á los golpes del martillo. El muriate de platino cristalizado y los precipitados no salinos de este metal no le han presentado el mismo carácter de reductibilidad, de donde ha inferido que el amoníaco y la potasa influyen de un modo particular sobre la fusibilidad de estos óxides. En el dia se ve la notable conformidad que hay entre este hecho observado y descrito por Bergman en 1777, y el arte de fundir ó de trabajar por mayor el platino dado por el ciudadano Jeannety en 1790. El método de Sickingen se reduce á purificar primero el platino por la amalgamacion, disolverle en el ácido nitro-muriático, separar el hierro por el prusiato de potasa, que precipita á este metal conservando el platino en disolucion, precipitar este por el muriate de amoníaco, exponer despues este precipitado á un gran fuego, y juntar el arte de forjar al de fundirle; método por el qual ha llegado á sacar del platino en bruto cinco octavos de platino puro, forjable en caliente, y bastante dúctil para ser laminado y pasado por la hilera. Por exácto y precioso que sea este método para los químicos á causa de la pureza del metal que da, es seguramente muy dispendioso para que pueda adoptarse por mayor; y sin embargo verémos luego que es todavía preferible para la fabricacion de algunas vasijas de Química, al que se ha practicado con la potasa y el ácido arsenioso, no teniendo este siempre todas las condiciones necesarias que requieren dichas vasijas.

87 Despues de haber descrito Bergman con mucho cuidado el método por el qual consiguió sus globulitos de platino mediante la fusion del precipitado amoniacal con el fosfate triple, advierte que este metal privado por esta operacion de todo el hierro que contenia, le presentó propiedades muy diferentes de las del platino en bruto; y en efecto tenian estos glóbulos un color de plata muy brillante; no los atraia el iman mas poderoso, ni tenian propiedad alguna magnética; ningun ácido, á no ser el muriático oxígenoado, les atacaba; y el ácido nitro-muriático compuesto de partes iguales les disolvió tomando al principio un color amarillo que pasaba al roxo: evaporada esta disolucion dió unos cristales granugientos sin forma determinada; y presentó los fenómenos de precipitacion y sales triples, que hemos indicado arriba. El prusiato de potasa no la precipitaba, ni hizo mas que obscurecer su color, porque formaba con ella una sal triple. Este último hecho prueba que el platino no contenia hierro, pues añadiendo sulfato de hierro á esta disolucion en la proporcion de  $\frac{1}{1000}$  de la cantidad de platino que contenia, se formaba un precipitado azul, no obstante que el hierro se hallase allí en la dosis de  $\frac{23}{100000}$ .

88 El óxide de platino precipitado de su disolucion por la cal y sosa se reduce á platino á un fuego vivo mediante algunos fundentes, y especialmente el bórax, el tártaro y un vidrio fusible. Macquer llegó así á fundirle en treinta y cinco minutos á un fuego de forja avivado por dos buenos fuelles en un boton que no era dúctil, y estaba hueco en lo interior: su textura era granugienta, y su fractura áspera; su dureza semejante á la del hierro forjado; y rayaba al oro, al cobre, y aun al hierro. Expuesto al foco de un espejo ustorio un precipitado formado por la potasa, y que era una sal triple, esparció un humo denso de ácido muriático, y se fundió en un boton liso brillante, vitrificado y quebradizo. El verdadero precipitado por los álcalis es disoluble en los ácidos simples, y mas en el nitro-muriático.

89 Segun los primeros ensayos de Margraff y de Lewis la disolucion nitro-muriática de platino se precipita por los metales, y sobre todo el estaño en un óxide rojizo. Lo mismo se verifica con las disoluciones de la mayor parte de los metales; y de sus experiencias comparadas resulta que las disoluciones de bismut y de plomo por el ácido nítrico, las de hierro y cobre por diferentes ácidos, y la de oro por el nitro-muriático, no forman precipitado alguno en la disolucion de platino; y que el arseniate de potasa le precipita en una substancia cristalizada del mas hermoso color de oro, el nitrate de zinc en una materia roja naranjada, y el nitrate de plata en un polvo amarillo. Es evidente que estas precipitaciones, así como la de la disolucion de oro por el muriate de estaño, se deben á que los óxides disueltos se apoderan del oxígeno del platino, y se precipitan demasiado oxidados mientras que el de platino privado de oxígeno abandona al ácido muriático.

#### *I. Accion sobre las bases y las sales.*

90 No hay accion alguna entre las tierras, los álcalis y el platino, y sus óxides se combinan muy difícilmente con las primeras por la vitrificacion. Sin embargo se ha tratado de emplearles en las fábricas de porcelana, y se ha llegado á formar con ellos unos colores grises aceytunados, pero sucios y cárdenos. Lewis y el ciudadano Baumé solo han logrado en sus ensayos de esta especie granillos reducidos y ramificaciones, ó una especie de encaxes metálicos.

91 El platino no padece alteracion alguna de parte del mayor número de sales; los sulfates fundidos con los granos de platino se separan á la superficie, y toman un color rojizo á causa del hierro que disuelven. Pero el nitrate de potasa y el muriate sobreoxígenado de la misma base le alteran y oxídan evidentemente mediante la fusion; y Lewis es el primero que ha observado y descrito este género de alteracion. Calentando durante tres dias y tres noches consecutivas una mezcla de una parte de platino y dos de nitro, echada desde un principio en un crisol enro-



recido, y que no habia presentado detonacion alguna, adquirió el metal un color roxo. El agua hirviendo disolvió el álcali de este residuo, el qual llevó consigo un polvo parduzco; y el platino separado por esta locion disminuyó mas de un tercio de su peso. Recogido sobre un filtro el polvo que llevó consigo el agua, parecia ser una mezcla de óxide de hierro y óxide de platino. Lewis llegó á darle un color gris blanquizco destilándole varias veces seguidas con el muriate de amoníaco, el qual separó el óxide de hierro. Repitiendo Margraff la experiencia de Lewis, y observando los mismos fenómenos, añadió á ellos dos circunstancias notables; á saber: que el óxide de platino unido en parte con el álcali del nitro, y desleído en cierta cantidad de agua, dió una jalea; y que este óxide separado por la adición de una gran cantidad de agua tomó mediante el calor un color negro como la pez. Estos hechos manifiestan una alteracion del platino por el nitro, en extremo diferente de la inaccion de esta sal sobre el oro y aun sobre la plata. Seria muy importante volver á emprender, y aun llevar mas adelante esta experiencia, para saber si toda una cantidad dada de platino puro es capaz de oxidarse completamente, y en qué estado se halla este óxide principalmente con respecto á la proporcion de oxígeno; advirtiendo que esta experiencia solo se ha verificado hasta ahora sobre el platino en bruto.

92 El muriate sobreoxigenado de potasa obra muy débilmente sobre el platino; no obstante el ciudadano Guyton ha llegado á conseguir una leve oxidacion de este metal por el método siguiente. Habiendo hecho enrojecer en un crisol colocado baxo una mufla dos hojuelas de platino, que pesaban juntas dos grammas, y habiendo echado sobre ellas en diferentes veces ocho grammas de muriate sobreoxigenado de potasa, no hubo detonacion ni fusion; la sal se sublimó enteramente; las hojuelas se hallaron algo mas mates, aumentando algunas miligrammas de peso; la mas delgada, y que presentaba mas superficie, adquirió mas que la otra, y haciéndolas hervir en un ácido débil como el vinagre destilado, perdió la una solo una parte del

peso que habia adquirido, y la otra un poco mas; el muriate de potasa enturbio inmediatamente este ácido, y formó en él un precipitado blanco verdoso, costando mucho trabajo clarificarle por medio de tres filtraciones sucesivas, despues de lo qual tomó el líquido un matiz verdogay, y dexó un residuo del mismo color. El ciudadano Guyton infirió de esta experiencia que el platino enroxeado se oxidó en su superficie por el muriate sobreoxigenado de potasa, aunque solo forma esta sal un baño fluido momentáneo sobre el metal, y se evapora inmediatamente.

### K. Usos.

93 Es muy fácil de prever que el metal mas indestructible, denso é infusible de quantos se conocen es una de las materias que podrán hacer algun dia mas servicios á la sociedad. El Gobierno español, que goza el privilegio exclusivo de la existencia del platino en sus posesiones, no puede tardar ya mucho en ofrecer este bello metal al comercio y á las artes, y sobre todo á las ciencias que le reclaman; quando hoy en el dia nos enseñan las experiencias mas exáctas de la Química, que el oro adulterado por el platino seria bien pronto reconocido, y aun ensayado con precision mediante el muriate de amoniaco, que enturbiaria su disolucion; y que la aleacion de oro y platino, suponiendo que el mérito reconocido de este le granjease mayor estimacion que á aquel, se descubriría fácilmente echando en su disolucion sulfato de hierro, el qual precipitaria al oro sin tocar al platino, y el peso de estos precipitados indicaria seguramente la cantidad respectiva de cada uno.

94 Ya se han hecho algunas alhajas y algunos utensilios de mesa con el platino; pero si tienen la ventaja de ser inalterables é infusibles tienen tambien el verdadero defecto de no ser de un color hermoso; y al mismo tiempo ser muy pesados; por lo que el platino solo podria gastarse para aquellos instrumentitos que tienen que estar expuestos á muchos cuerpos mordentes y al ayre sin pa-

decer alteracion; pero este uso es muy limitado.

95 Para lo que seria sin duda inmediatamente mas útil es para la fabricacion de algunas vasijas de Química, pues los crisoles, vasos evaporatorios, retortitas y alambiques pequeños de platino puro serian de mucha ventaja para los trabajos químicos. Pero para sacar de ellos todo el partido que debemos esperar, será menester que se fabriquen con platino fundido, y purificado mediante el fósforo, ó extraído de su disolucion muriática, precipitada por el muriate de amoníaco. Y efectivamente debo observar que el platino fundido, purificado por mayor con el arsénico y forjado, no tiene aquel grado de pureza necesaria para las operaciones de Química, y que todos quantos crisoles he visto fabricados con él se han agujereado constantemente, y taladrado por las fusiones que se han hecho en ellos con fundentes salinos.

96 El uso mas grande, importante y solemne que hasta aquí se ha hecho del platino, ha sido el que se le ha dado de algunos años á esta parte en la serie de trabajos emprendidos para la fixacion de los nuevos pesos y medidas de la República francesa. Los Comisarios de la Academia de ciencias hiciéron con él reglas destinadas á medir las bases de los triángulos á causa de su poca dilatacion y alteracion por el calórico, y aun de la misma regularidad que observa en esta dilatacion. Se ha construido tambien con él la barilla y peso del péndulo destinado á medir las oscilaciones á una altura y latitud dadas. Debe servir para formar los modelos de pesos y medidas, que serán el tipo perpetuo é inmutable de todos los instrumentos de medir. Se fabricarán tambien los pesitos, granos y fracciones de grano con alambres ú hojuelas de este metal inalterable, y será muy cómodo y útil para la construccion de termómetros metálicos.

97 Aleándole con cobre y arsénico en diversas proporciones se han fabricado con él espejos de telescopio, que jamas padecerán alteracion alguna en su pulimento, y que al lustroso é igual bruñido de su superficie juntan una absoluta inalterabilidad por todos los agentes conocidos.

98 El platino promete todavía las mayores y mas importantes ventajas en la mecánica, y especialmente en el delicado arte de la relojería; y un gran número de máquinas ganarán mucho en su construccion con este metal, que podrá substituirse en una multitud de circunstancias al cobre, al hierro y aun á la plata.

99 Se ha creado, en Francia sobre todo, un arte de la mayor importancia, que solo espera para salir á luz y divulgarse una abundancia mayor de este metal, objeto todavía de fraudes y contrabandos en el comercio; y es el de aplicar al hierro y al cobre sus planchas ú hojuelas formando una especie de chapa muy superior á la de plata en su duracion é inalterabilidad. Es imposible limitar los inmensos usos á que se podrá destinar un género de chapa semejante. Las vasijas de cocina, las de farmacia, y las de muchos talleres sacarán de esto las mayores y mas frecuentes ventajas.

100 Por último su pesadez, la dificultad de alearle sin alteracion, y su ductilidad juntas á una tenacidad bastante fuerte, y que podria aun aumentarse por medio de aleaciones, harán tambien algun dia emplear el platino para la fabricacion de monedas y medallas.

## EXPLICACION

*de los nuevos pesos para la inteligencia de las obras de Química.*

- Gramma*..... Es igual á 18 granos, 841 milésimos.  
*Decagramma*.. Igual á 10 granos. Equivale á 2 dracmas, 44 granos, 41 centésimos.  
*Hectogramma*. Igual á 100 grammas. Equivale á 3 onzas, 2 dracmas, 12 granos, 1 décimo.  
*Kilogramma*... Igual á 1,000 grammas. Es el peso de un decímetro cúbico de agua destilada á la temperatura del yelo en el acto de derretirse. Equivale á 2 libras, 5 dracmas, 49 granos.  
*Miriagramma*. Igual á 10,000 grammas. Equivale á 20 libras, 7 onzas, 38 granos.  
*Decigramma*.. Igual á la décima parte del gramma. Equivale á 1 grano, 8,841 diezmilésimos.  
*Centigramma*.. Igual á la centésima parte del gramma. Equivale á 0, grano 18,841 cienmilésimos, ó casi  $\frac{10}{35}$  de grano.  
*Miligramma*... Igual á la milésima parte del gramma. Equivale á 0, grano 148,410 millonésimos, ó casi  $\frac{1}{53}$  de grano.

*Reduccion de los pesos á grammas.*

- Una libra equivale á 489 grammas, 146 milésimos.  
 Una onza á 30 grammas, 572 milésimos.  
 Una dracma á 3 grammas, 821 milésimos.  
 Un grano á 53 milésimos, ó casi 1 vigésimo de gramma.



## NOTAS.

(1) Hoy día es fácil de ver que este análisis de Klaproth necesita repetirse: hay hierro en este mineral, pero no en estado de metal. Se halla en el de óxide roxo, y el estaño tambien á su *maximum*, es decir, á 43 ó 44 por 100, y no á 27 ó 28, como se infiere de la proporcion que asienta Klaproth.

(2) Para lograr la reduccion de un cristal de estaño de un modo agradable á la vista, es preciso enrojecerle entre polvos de carbon; y si uno no se propasa en el grado de fuego, tiene el gusto de ver convertidas las hojuelas del cristal en otras tantas laminas de estaño separadas, y cortadas en diversos sentidos por partículas de sílice.

(3) Si se exâmina el estado de este óxide, se halla que está todo lo oxídado que puede estar, pues su disolucion en el ácido muriático no da púrpura con la de oro, ni reduce los óxides de mercurio &c.

(4) Por mezclas arsenicales se ha de entender la pirita arsenical, que acompaña á casi todos los minerales conocidos de estaño.

(5) Si conviene á la historia del estaño referir todas estas variedades de color, no puede convenir á los progresos de la ciencia el quererlas explicar sin haberlas analizado; pues suponer un grado de oxídacion para cada uno de estos colores, es abrazar la opinion de aquellos que no advirtiendo que los metales siguen la ley general de los combustibles, juzgan que pueden parar en toda especie de grados de oxídacion; lo que todavía no está demostrado respecto á ningun metal conocido.

(6) Esta pretendida irreductibilidad de los metales demasiado calcinados no tiene nada de real en sí. Los antiguos no emprendian como se debe semejantes reducciones, y esta era la única dificultad. La potea y los óxides nativos se reducen muy bien con la potasa y el carbon.

(7) El estaño toma constantemente 20 por 100 de azufre para convertirse en sulfureto.

Pág. 25, §. 40. El cinabrio es un sulfureto sin oxígeno: por consiguiente todos estos hechos necesitan reverse. Todo el párrafo 40 no contiene mas que ideas.

*Pág. 27, §. 44.* El estaño precipitado de la disolucion sulfúrica ni es irreductible, ni está á su *maximum*: da púrpura con la disolucion de oro, descompone el nitrato de mercurio &c.; y estos efectos demuestran que no se oxída mas fuertemente por el ácido sulfúrico que por el muriático.

*Pág. 29, §. 47.* Todo esto es obscuro, y necesita volverse á ver. En una Memoria sobre el estaño, publicada en el tomo 28 de los Anales de Química, hemos hecho ver lo que sucede al estaño quando se le aplica un ácido nítrico débil.

*Pág. 51, §. 51.* De qualquier modo que se haga este oro mo-sayco padece el estaño una reduccion en la proporcion de su oxígeno. ¿Mas á qué grado de oxídacion se detiene para unirse con el azufre, y formar el óxide sulfurado? Esto es lo que merece indagarse.

*Pág. 51, §. 52.* El ácido muriático amarillo, ó que no ha sido purgado de hierro, pierde su color en el momento que empieza á disolver el estaño; lo que depende de que el hierro es rebaxado inmediatamente á su *maximum* de oxídacion, y en este estado no puede colorar el ácido. — Ninguna disolucion muriática es amarillenta, si se guarda en un frasco como se debe; porque para que este color se manifieste, es preciso que una disolucion haya estado largo tiempo al descubierto, de modo que el ayre haya elevado el estaño á su *maximum* de oxídacion, esto es, á aquel en que no da púrpura con la disolucion de oro, y entonces el hierro, siguiendo al estaño, alcanza tambien su *minimum*, de que proviene el color amarillo. — El hidrógeno que se levanta de esta disolucion tendrá arsénico, si le contenia el estaño; pero no se debe á él su fetidez, porque el hidrógeno arsenical no tiene semejante olor.

(8) En la disolucion ordinaria saturada, y conservada en frascos bien tapados, se halla el estaño á su *minimum* de oxídacion, cuyo grado todavía no se ha fixado por ningún Químico, y merece exâminarse. En el muriate volátil humeante se halla por el contrario á su *maximum*, ó á 44 por 100, y he aquí por que ya no sirve para desoxídar al oro, al mercurio &c., como la disolucion anterior. Adet creyó que el ácido del muriate humeante estaba oxigenado; pero no lo está: el metal solo se halla á su *maximum*,



y el ácido, aunque líquido, está perfectamente privado de humedad.

Pág. 39, §. 60. El óxide de estaño no se combina con el ácido carbónico: el arte no nos presenta exemplo alguno de ello, y la naturaleza tampoco.

(9) No conocemos absolutamente la teoría de esta opacidad, y se engañaría quien creyese que los álcalis fixos son á propósito para dar esmalte; lo que es necesario es sal marina, y no potasa.

(10) El nitrato de amoniaco se descompone mucho antes de llegar á un calor *rosso*. ¿Cómo pues podrá encontrarse en esta lexía?

(11) El óxide sulfurado no es el hidrosulfureto de estaño, pues entonces los ácidos sulfúrico y muriático desprenderian de él gas hidrógeno; lo que no sucede, antes bien les resiste completamente. En esta combinacion se halla el metal sin duda oxídado, pero no se sabe á qué grado: quando se calienta una mezcla de azufre y óxide de estaño *ad maximum* se desprende abundantemente gas sulfuroso, lo que prueba que el óxide padece una disminucion en la proporcion de su oxígeno; pero aun no se ha determinado si desciende hasta su *minimum*, ó si hasta un término medio entre ambos extremos.

(12) El autor no dice si se puede hacer la experiencia sin peligro.

(13) ¿Y quanto oxígeno, si es cierto que ningún metal puede unirse con un ácido, como no sea por su medio?

(14) Se debe decir por el contrario que de sulfureto de plomo pasa al estado de carbonato, segun lo advierte el autor mas abaxo.

(15) Este método antiguo no merece confianza alguna: el plomo se convierte en sulfato á medida que se oxida: lo mas seguro es fundir las galenas con el quarto de su peso de tachuelas cubiertas de carbonato de potasa, y entonces no se encuentra plomo en las escorias.

(16) No hay cosa mas defectuosa que estos medios analíticos de Bergman. Supongamos una galena que contenga plata, plomo y cobre. Se tratará como conviene con ácido nítrico muy puro, añadiendo las lociones del residuo. En la disolucion suficientemente extendida en agua se echarán algunas gotas de ácido ó disolucion de sal marina, para pasar la plata al estado de muriato. Separado

este, lavado y seco, se guardará aparte la disolucion; después se triturrará el residuo con carbonate de potasa y un poco de agua en un mortero de vidrio ó porcelana, y se lavará para aplicarle un ácido nítrico débil; habrá efervescencia; disuelto y separado el carbonate de plomo, se juntará su disolucion con la otra que se apartó. Esta se precipitará por una disolucion de sulfato de potasa, y separado este precipitado, lavado &c., quedará el líquido solo con el cobre, el qual se precipitará mediante el carbonate de potasa ó el hidrógeno sulfurado, y de cada uno de estos precipitados se deducirán las cantidades siguientes.

133 partes de muriato de plata corresponden á 100 de metal.

136 idem de sulfato de plomo á..... 100 de metal.

180 de carbonate de cobre á..... 100 de metal.

128 de sulfureto de cobre á..... 100 de metal.

Así se ve que en la aplicacion del ácido nítrico á los sulfuretos de plomo se precipita una gran parte en estado de sulfato con el excedente de azufre, arenas &c. El sulfato de plata, si se forma, queda disuelto en el líquido, y se convierte en muriato con el ácido marino.

Si el mineral contiene hierro, se debe preferir el hidrógeno sulfurado para separar el cobre, y entonces queda solo el hierro en el disolvente.

Si hay antimonio, queda en el residuo, y se vuelve á encontrar todo después de haberle pasado por el carbonate de potasa: se le toma en disolucion por el ácido muriático para precipitarle, no con el agua, que solo precipita una parte, sino con el hidrógeno sulfurado, para fundir el producto en una retorta, y deducir 100 partes de antimonio de 135 de sulfureto.

En fin, si contiene carbonates calizos, se hallan en disolucion con el hierro; este se separa por el amoniaco, y se deducen 100 partes de hierro de 148 de óxido rojo. El carbonate de potasa precipita luego la cal en estado de carbonate.

(17) El carbonate nativo de plomo, si es puro, no difiere del artificial: sus factores son los mismos, y se analiza del mismo modo: 130 partes de carbonate nativo de plomo dexan 109 de óxido amarillo naranjado, que corresponden á 100 de plomo.

(18) Este polvo es una mezcla de plomo oxidado á 9 por 100,

y limadura ó polvo de plomo; el ácido acetoso y el nítrico muy débil le analizan y separan ambas partes.

(19) Este masicote es el óxide amarillo á 9 por 100. En el comercio le falsifican con polvos de oropimente.

(20 y 21) El óxide de plomo fundido se fixa en una masa opaca, amarilla y algo naranjada, que tanto en el crisol como en la copela de los hornos grandes toma una textura folicular; pero no se vitrifica á menos que no disuelva sílice; lo que se llama vidrio de plomo es una mezcla de óxide y sílice fundidos. Si el óxide de plomo es en parte reductible en las retortas de barro, es porque su porosidad da facilmente paso al hidrógeno que se levanta del carbon; y así es de creer que este empieza su reduccion, y no la sola fuerza del calor.

(22) Para sacar plomo fosforado no hay mas que tratar el fosfate nativo con polvos de carbon. Este método no es mas ventajoso para el comercio del fósforo que el que se sigue descomponiendo los huesos por el ácido sulfúrico; pues 4 onzas de mina verde del Brisgau, destiladas con  $\frac{1}{3}$  de carbon, no dan mas que unos 36 ó 40 granos de fósforo, ó casi  $2\frac{1}{2}$  dracmas por libra. Supongamos una retorta con 10 libras de mineral y el carbon correspondiente. ¿Qué son pues 20 ó 25 dracmas de fósforo en comparacion de 36 á 40 onzas que Pelletier sacaba de una sola retorta cargada con la mezcla regular? En la destilacion del fosfate de plomo con carbon pasa al recipiente mucho hidrógeno fosforado y ácido fosfórico. Tambien lleva en disolucion un poco de plomo, el qual se descubre mezclándole con un poco de hidrógeno sulfurado. Por lo que hace al plomo, residuo de esta operacion, es igualmente fosforado, y por lo mismo inútil mientras no se le descubra algun uso.

(23) El plomo toma 15 de azufre por 100, y da una masa cristalina, en que se distinguen muy bien los cubos. El plomo no da hidrógeno sulfurado, así como el estaño, el zinc y otros. El precipitado que se logra haciendo pasar el hidrógeno sulfurado por una disolucion de plomo, ó simplemente sobre su óxide, es un verdadero sulfureto metálico. Los álcalis le quitan un exceso de óxide, si le hay; pero no le disuelven ni le roban nada. Tampoco desprende el calor ácido sulfuroso; lo que demuestra que no queda oxígeno en este sulfureto preparado por la via húmeda. El ácido

marino le disuelve con desprendimiento de hidrógeno sulfurado; como la galena; pero entonces hay descomposicion de agua y formacion de hidrógeno sulfuroso &c. En general los hidrosulfuretos metálicos tienen siempre por basa un óxide, y con este óxide se combina el hidrógeno sulfurado en su qualidad de ácido; pero parece que los metales que retienen poco el oxígeno, como el mercurio, la plata, plomo, bismut &c., se desoxidan en el acto mismo de su precipitacion por el hidrógeno sulfurado, al paso que los metales que retienen fuertemente este principio, le conservan saturándose de hidrógeno sulfurado. De lo que se infiere que para apreciar el gas contenido en las aguas por el medio propuesto por el autor, seria preciso echar mano de los óxides de esta última clase.

*Pág. 68, §. 41. Extractos, léase estratos.*

(14) Quando se reducen las minas de plomo cobálticas con el hierro y la potasa, se ve el régulo de cobalto nadando sobre el plomo. Se hace fundir el boton á un calor suave, y el cobalto que no se funde se separa inmediatamente. Las montañas de Cataluña contienen minas de esta especie, que son á veces muy argentíferas.

(25) Ni Cronsted, ni Wasserberg, ni Baume han podido ver ni conocer el verdadero níquel, pues en su tiempo no se supieron los medios seguros de obtenerle.

(26) Varios Químicos han probado despues que nada había que temer de las aleaciones de plomo y estaño en los utensilios domésticos. No puedo pasar aquí en silencio la experiencia mas decisiva que se ha hecho sobre este punto. Habiendo representado el gremio de caldereros de Madrid contra un nuevo modo de estañar con zinc, á que se les pretendia obligar, comisionó el Gobierno á D. Luis Proust para que exáminase este punto. Resultó del exámen que era imposible semejante estañado con zinc: que el antiguo, que se hacia con estaño y plomo terciado, no traia los graves inconvenientes que se le atribuian; y que estos se debian mas bien al cobre quando se desgastaba el estañado; mas no alcanzando á convencer á todos esta verdad, aunque fundada en experiencias innegables, y no hechas por los autores que infundieron en otro tiempo estos terrores sobre el estañado, ni por los facultativos que le culpaban de algunos cólicos experimentados,

se resolvió D. Luis Proust á hacer sobre sí mismo la última y mas terminante prueba, desayunándose dos dias seguidos con una dracma de una aleacion mucho peor que la que todos reputaban por un terrible veneno, á saber, de mitad plomo y mitad estaño, y no solo no padeció cólico, pero ni aun la menor incomodidad.

*Pág. 80, §. 59.* La base del sulfato de plomo es como la del nitrate, carbonate &c. 9 por 100 de oxígeno.

(27) Lo que llama el autor óxide seco no es otra cosa mas que el nitrate que baxa al fondo en polvos por falta de agua en que disolverse. El polvo gris que llamó la atencion de los Químicos antiguos tampoco es mas que plomo dividido.

(28) El autor cita un óxide blanco, que en realidad no es otra cosa mas que el óxide amarillo ordinario, desfigurado ó por un resto de ácido nítrico, ó por una porcion de agua, que acaso le da la calidad de hydrate.

*Pág. 82, lín. 10.* Oxide pardo, léase blanco.

(29) La porcion de óxide de color de pulga contenida en el minio es la única que cede al ácido muriático el exceso de oxígeno, que hace la diferencia del óxide á 9 por 100, portándose en este punto como el óxide de manganeso, pues la teoría es la misma.

(30) La disolucion de plomo por la cal, cocida un momento con el paño, le ennegrece completamente: el color claro pasa á un castaño bastante bello, y si se aplica á estos paños el ácido muriático, blanquean inmediatamente, desprendiéndose hidrógeno sulfurado. Todas las substancias alcalinas, la cal &c. atacan vivamente la lana, descomponiendo una parte de ella, y deprendiendo el azufre factor comun de las materias animales: el azufre se junta con el plomo al paso que se desoxida, y tiñe el paño con el sulfureto de plomo. A esto se reduce la teoría de este género de tinte. La desoxidacion que cita del plomo por los álcalis no consta, y la disolucion de su óxide en la potasa no tiene propiedad alguna, ó no padece especie alguna de mutacion, de la qual pueda inferirse. La seda, pasada por el muriate de estaño y lavada, toma un color de café en el hidrógeno sulfurado: esta experiencia, cuya teoría es igual á la antecedente, sirve tambien para demostrar la atraccion que exercen los texidos animales sobre las disoluciones metálicas; y el tinte de los cotones por el óxide de

hierro, anunciado por Chaptal, coincide con estos hechos, para confirmar la teoría que nos ha dado Bertolet en su Tratado de los tintes.

(31) Ha mucho tiempo que no se cesa de declamar en todas partes contra el plomo, como un enemigo mortal que nos rodea por donde quiera; pero la mitad de estas declamaciones debian haberse dexado para el cobre. El plomo es en ocasiones el veneno mas atroz, y en otras es inocente. Antiguamente que la Química, por no haber salido de su infancia, no podia servir de luz y guía á las demas ciencias físicas, tenian todos razon en tratar al plomo de veneno; viéron sus horribles efectos; no se pudieron explicar, ó no se conoció la causa, porque unas veces no ofendia, y otras hacia grandes estragos, y fué preciso condenarle, mirarle siempre como sospechoso, y tambien á quantas substancias participasen algo de él. De aquí nacióron los temores antiguos; pero en el dia que la Química tiene ya tan adelantado el estudio de los metales, en el dia que la Química es el tribunal de apelacion de las ciencias naturales, es tan extraño que todos hayan dicho unos en pos de otros que el plomo es un metal venenoso, como que los sabios que han tratado de él no le hayan examinado. Se diria que la preocupacion se habia hecho tan universal, que hasta el dudarle parecia un delito. El asunto era demasiado importante, tocaba muy de cerca á nuestra conservacion, pues el uso del plomo ó de los utensilios que le contienen no dexa de ser freqüente en la sociedad; sin embargo, nadie le trató con la prudencia y detencion que se requeria, hasta que D. Luis Proust fué nombrado por el Gobierno para disipar las dudas que se suscitaron con motivo del pretendido estañado con zinc. Publicóse entonces la obrita intitulada *Indagaciones sobre el estañado, la vaxilla de cobre y el vidriado*, donde puede verse ventilada esta quëstion con la mayor claridad. Los experimentos en que se funda estan apoyados en los principios mas sólidos de la Química, ó mejor diré de la misma naturaleza, y de ellos se deduce que *quando el plomo está aleado con el estaño en una proporcion qualquiera, le impide este último metal el disolverse en los ácidos por su mayor afinidad con el oxígeno*: que el plomo es inocente en su estado metálico, y un veneno terrible en el de óxide: que el estañado antiguo es el mas

á propósito para el fin, el mas seguro y barato de todos; y que los males atribuidos al plomo serán debidos al cobre desestañado, y al óxide de plomo de los vidriados. Esta verdad se halla confirmada con una experiencia quotidiana, en que no se ha reparado. Pocos hay que no se hayan tragado algunos perdigones al comer una pieza de caza, sin haber tenido por eso la menor novedad; y sin embargo nada menos se tragáron que una aleacion de plomo y arsénico, que es con la que se fabrican en Linares. Algunos muchachos han tragado tambien en sus juegos reales de plata, y aun monedas de vellon, sin haberles sobrevenido accidente alguno. Esto nos enseña con evidencia que no es lo mismo un *metal* que su *óxide*. ¿Y quién no sabe que puede uno tragarse onzas de azogue impunemente, y perder la vida con 8 granos de soliman? Drouard, médico de Paris, ha dado á varios perros onzas de limaduras de cobre, y á algunos con grasa, y no les resultó daño alguno; pero pocos granos son necesarios para matarles con cardenillo. Luego no hay por que temer tanto al plomo en su estado de aleacion con otro metal, pues á no ser por esta excelente propiedad, serian muchos los envenenados por las bebidas y alimentos de las fondas y demas casas públicas y particulares, preparados en garapiñeras y cacerolas; y confesemos por fin que nuestro terror ha sido pánico, y exâgerada esta última expresion de Fourcroy, por no haber tenido presente la diferencia que debia haber entre un metal solo y un metal aleado, así como entre un metal y sus óxides.

(32) Los filones de hierro nativo de Margraff, y los de Adanson en el Senegal, parecen algo problemáticos. Pero la masa de Siberia que refiere Pallas es tan cierta y tan extraordinaria, como la de nuestra América meridional, reconocida en 1783 por el Teniente de Fragata D. Miguel Rubin de Celis. La de Siberia se halló enteramente aislada sobre una alta montaña de pizarra; pesaba 16 quintales; su figura era irregular y algo comprimida, pareciéndose á un granito tosco, y tenia en todo su exterior una especie de costra ferruginosa, baxo la qual se hallaba un hierro maleable, y cuyas cavidades estaban llenas de una substancia frágil, pero dura, vitrificada y de color de sucino. La de nuestra América se halló en una llanura del Chaco, cerca del rio Para-

ná, á la superficie de la tierra, y tenia  $3\frac{1}{2}$  varas de largo,  $2\frac{1}{2}$  de ancho y  $1\frac{1}{2}$  de alto, de figura tambien irregular, y su hierro se cortaba á cincel. Como estos dos hechos eran los únicos positivos que se citaban en la Mineralogía del hierro nativo, la particularidad de hallarse en masas sueltas, lejos de toda mina, su figura y demas circunstancias, permitian dudar mucho de su origen y verdadera naturaleza. Los Mineralogistas veian que era hierro nativo, y se deshacian en conjeturas; pero los Químicos adelantaban mas, y sabian ya por el analisis de la masa del Chaco que habia publicado D. Luis Proust que no solo era hierro nativo, sino *aleado con niquel*, observacion que aunque por el pronto no tuvo consecuencia, ha servido últimamente para indicarnos su origen, á causa de no haberse hallado otra aleacion semejante en ninguna mina de estos metales, ni en parte conocida de la tierra, y sí solo en las piedras que han caído de los ayres. Es un hecho constante y bien averiguado que han caído piedras de los ayres. Cayéron en Roma en el monte Albano, segun Tito Livio: en Lucania y en Tracia, segun Plinio, y una de ellas aun se enseñaba á los curiosos en su tiempo. Cayó una en Provenza de 59 libras en 27 de Noviembre de 1627, segun Gasendo. Cayéron otras en 1750 y 53, segun Delalande. Cayéron 12 en Siena de Toscana en Julio de 1794, segun el Conde de Bristol. Una de 56 libras en el Condado de Yorek en 13 de Diciembre de 1795. Otra en Portugal en 19 de Febrero de 1796. Una lluvia de ellas en Benarés, India oriental, el 19 de Diciembre de 1798; y finalmente otra lluvia espantosa en Normandía el año de 1803. Ademas de la autoridad de los sugetos que refieren estos fenómenos, atestiguan su certeza igual origen é identidad los estampidos y silbido con que todas cayéron, su costra negra exterior, y su textura y color interior. Pero lo que confirma plenamente su semejanza es el analisis que hizo de ellas el caballero ingles Howard, á quien el Presidente de la Sociedad Real y otros Naturalistas generosos franqueáron varias de las caídas en diversas partes del globo muy distantes entre sí, pues en todas halló sílice, magnesia, hierro y niquel: novedad que le recordó desde luego la aleacion de estos dos metales descubiertos por D. Luis Proust en la masa de nuestra América meridional. Igual resultado halló en otras Vauquelin.



Analizó despues Howard un fragmento de este hierro del Chaco, que le diéron los Directores del Museo Británico, y dice: „Tuve la mayor satisfaccion en hallarme acorde con un Químico de una celebridad tan merecida como Proust.” Esta conformidad nos induce á creer que así la masa del Chaco como la de Siberia, que tambien contiene níquel, son de la clase de las piedras caídas de los ayres, y diferentes de todos los minerales primitivos conocidos que componen la solidez de nuestro globo. Nuestro Real Gabinete de Historia natural posee igualmente una piedra caída en Aragon en 1773, y analizada por D. Luis Proust en 1804. En la Memoria publicada sobre ella puede tambien verse que en 1438 cayéron cerca de Roa una multitud de piedras de otra naturaleza, ó como dice el gracioso escritor Cibdareal, que nos conservó la memoria del fenómeno, *muy leves é sotiles de levantar*; y por último se verá que en esta de Aragon hemos hallado junto con el hierro un poco de manganeso, metal que no han encontrado ó no han buscado en las otras ni el caballero Howard ni Vauquelin.

(33) Estas mismas mezclas son precisamente las que juntas á los diversos grados de densidad ó tenuidad, de endurecimiento ó blandura, hacen variar el matiz de estos óxides, y de ninguna manera la diferencia de oxídacion; porque esta ¿quién la ha demostrado?

(34) Cree el autor, segun el sentir comun de los Naturalistas, que la Mineralogia deberá su perfeccion á los trabajos de la Química. Esto parece tan evidente, que desde que la Química se ha elevado al alto grado que hoy ocupa entre las ciencias, no solo la Mineralogia, sino tambien todos los demas ramos de la Historia natural, y quantas artes se versan acerca de las producciones naturales, esperan grandes adelantamientos de las luces de la Química. El Médico, el Zoólogo, el Mineralogista, el Botánico estudiarán al hombre, los animales, los fósiles, las plantas, les describirán, les observarán; pero el Químico exâminará sus humores en el estado de salud y de enfermedad, analizará todas las partes de que constan, descompondrá los minerales, extraerá los xugos y materiales de las plantas, y despues dará á cada uno parte de sus descubrimientos, para que haga las aplicaciones, estudie los mismos objetos baxo otro aspecto, y se acerquen por último las

ciencias al grado de exáctitud y perfeccion posible. Si esto es cierto en general, ; cuánto mas no lo será respecto á la Mineralogia, que teniendo por objeto unas masas inorgánicas, destituidas de aquellos caractéres constantes y uniformes que proporciona á las plantas y animales el movimiento de la vida, mal las conoceria científicamente, si no se auxiliase de las luces de la Química! Todas las ciencias guardan entre sí cierta union y encadenamiento; pero las físicas sobre todo, y entre estas la Química y Mineralogia no pueden desentenderse de la mas íntima relacion. La Mineralogia describe los fósiles, y la Química los analiza: la Mineralogia enseña á distinguirlos por sus atributos exteriores, y la Química da á conocer sus utilidades en las artes y demas usos de la vida. Cada descubrimiento de la Química es una adquisicion para la Mineralogia, porque luego que se halla una substancia nueva, y que el Químico la coloca despues de su exámen en alguna de las clases de metales, tierras, sales &c., el Mineralogista la archiva entre las que ya conoce, y fixa sus señales externas para reconocer otra vez qualesquiera otras semejantes sin necesidad de analizarlas. En este sentido dice el autor que la Mineralogia deberá aun mucho mas á las investigaciones de la Química, y por esta especie de dependencia han adoptado los sabios una clasificacion química en sus sistemas orictognósticos. No obstante Mr. Brunner, Inspector de minas del Rey de Baviera, publicó poco ha un ensayo, en que clasifica los minerales por *la reunion de sus semejanzas é indicacion de sus diferencias*, al tenor de los métodos que se siguen en la Zoologia y Botánica, sin el auxilio de la Química; pero esto, que es tan natural en el estudio de los cuerpos orgánicos, parece una paradoxa en el de los inorgánicos, segun el estado de los conocimientos del dia. Su plan, bueno para aquellos que no tuviesen otro medio de aprender esta importante ciencia, nada á propósito seria para hacer indagaciones ulteriores, y perfeccionar este ramo de la Historia natural. Por otra parte, si la idea de Brunner en desterrar de su ensayo toda nocion química, ha sido, como asegura, la de seguir el mismo rumbo que se sigue en el estudio de los animales y plantas, acaso no se ha acordado de que la Zoologia ha recibido su perfeccion y complemento de las observaciones anatómicas, y que la Anatomía es respecto á la Zoo-

logia lo que la Química respecto á la Mineralogia. No es mi ánimo refutar este ensayo, sino que persuadido como estoy de lo mucho que perjudican al adelantamiento de las ciencias todas las opiniones exâgeradas, advierto esto aquí, porque quisiera que sin despreciar el proyecto de Brunner, confesáramos ingenuamente que la clasificacion química es muy luminosa y muy conforme al plan mismo de la naturaleza; porque si esta nos presenta los minerales en estado de carbonates, sulfates, óxîdes, sulfuretos &c., combinaciones todas químicas, ó productos de las operaciones de su gran laboratorio, ¿cómo hemos de dexar de colocarles por clases correspondientes al destino que tienen en la formacion de nuestro globo?

(35) Ninguna mina de hierro se calcina para desazufrarla, pues la única mina de hierro sulfurosa, que es la pirita, en ninguna parte se beneficia para la extraccion del hierro. El objeto de la calcinacion es hacer perder al mineral 12, 15, 18 y 20 por 100 de humedad, y aun de ácido carbónico en las minas espáticas; lo que de otro modo malgastaria una porcion considerable de carbon.

(36) La denominacion de *sobreoxígenado* no da una idea clara de la naturaleza de este sulfate; pues no se sabe efectivamente si se ha de entender que el ácido y el óxîde se hallan sobreoxígenados al mismo tiempo, ó si lo está solamente uno de los dos. Por tanto es mejor llamarle sulfate roxo de hierro, en oposicion al otro, que es el sulfate verde; porque así como el óxîde verde es la base de este último, así el óxîde roxo lo es del otro.

(37) Son infinitas las fuentes de aguas minerales que tenemos en España, ya ferruginosas, ya sulfurosas, ya acídulas, y ya cargadas de mas ó menos sales, que las hacen muy apreciables en el uso medicinal; pero sin embargo son muy pocas las que son tan celebradas y concurridas como merecen. La falta de caminos, de víveres, de buen hospedage, y de ciertas comodidades, que así el enfermo como el que va á recrearse desean hallar en los pueblos y casas de baños, son la causa del abandono en que vemos todavía tantos manantiales de salud; y mientras no convide á unos y á otros esta reunion de conveniencias á ir á tomar las aguas naturales, debemos celebrar que haya muchos que se dediquen, como el Señor

Bañares, á hacer aguas artificiales, aunque no puedan llamarse específicos contra la gota, hidropesía y asma, y contra los vicios herpético, venéreo, canceroso, escrofuloso &c. Por lo demás bueno seria rebaxar algo de lo que dice el Señor Fourcroy *de que podemos valernos tan útilmente de estos productos del arte como de las aguas naturales*; porque aunque podemos imitar, y aun superar, si se quiere, á la naturaleza en la composicion de las aguas, ¿con qué hemos de poder suplir aquella saludable novedad que ocasiona el viage, la mudanza de objetos, de alimentos, el recreo y el ayre del campo, y las demás causas morales y físicas, que tanto influyen sobre el sano y el enfermo?

(38) Mas bien debemos considerar el grafito ó plombagina como una especie de carbon, que como un carbureto de hierro, pues detona con el salitre, y se transforma radicalmente en ácido carbónico mediante la combustion. La corta porcion de hierro que se halla en él puede mirarse como accidental, segun creia también Scheele, porque pocas substancias minerales hay que no le contengan en pequeña cantidad, y no por eso se llaman todas combinaciones del hierro, así como tampoco llamamos carbonates de hierro á todos los espátos calizos, sean opacos ó transparentes, que le contienen en abundancia. El grafito y el antracito vienen á ser unos carbones primitivos mas ó menos puros, compactos, de combustion lenta y difícil, y cuya formacion, segun sus caractéres geognósticos, es anterior á la de las montañas secundarias, ó no debida á depósitos de substancias animales ó vegetales, como las hornagueras ó carbones de piedra.

(39) A la historia de este metal deberá seguir en adelante la de aquellas singulares piedras meteóricas que han caído en diferentes partes del globo, y las quales todas contienen hierro nativo aleado con níquel. Mas para tener una idea cabal de la que cayó en Aragon en 1773, y hoy se halla en el Real Gabinete de Historia natural, debe consultarse la Memoria publicada por D. Luis Proust en 1804.

(40) Hace mucho tiempo que ya no se consideran los ensayos por fundicion como medios analíticos suficientes para dar á conocer la naturaleza de los minerales de cobre; y aun jamas sirviéron sino para indicar los dos ó tres principales metales que suelen con-

tener, como el cobre, la plata y el oro, pero no el hierro, el antimonio, el arsénico ni el azufre que pueden encontrarse en ellos. Sin embargo, aunque solo se consideren hoy día baxo este aspecto, son siempre muy útiles quando se trata de hacer saber al dueño el valor del mineral que intenta beneficiar; y en efecto, la calcinacion de las minas sulfurosas nada tiene de penoso é incierto, como la de los sulfuretos de plomo; y siempre puede uno estar seguro de sacar de ella, no solamente una indicacion bastante para disponer los trabajos por mayor, sino tambien botones de ensaye exâctos y perfectamente desazufrados. Así no son de temer los accidentes mencionados en este artículo, á poca experiencia que se tenga en este género de trabajo. En todo mineral en que el cobre esté solo acompañado del hierro, como en las minas piritosas, este último metal no se reduce ni aumenta sino muy poco el peso del cobre. Por lo que hace al antimonio es cierto que tiene este inconveniente; pero si la mina es argentífera, y al mismo tiempo antimonial, es preciso tratarla despues de calcinada con el óxide de plomo, y copelar el producto, sin hacer caso en este ensaye del cobre ni del antimonio.

(41) La amalgama de cobre es blanca como la de los demas metales. Se consigue fácilmente y con abundancia haciendo hervir en una vasija de hierro una porcion de cardenillo y azogue con algunos pedazos de hierro para multiplicar las superficies de este metal. A breve rato se endurece; pero quando se quieren sacar sellos con ella, se calienta suavemente en una cuchara de hierro, y se amasa un poco entre los dedos.

(42) El hydrate de cobre es perfectamente seco y consistente como el azul de Prusia, y ni uno ni otro tienen nada de crasos al tacto.

(43) Mientras el autor proponia estas dudas acerca de esta teoría de D. Luis Proust, reconocíamos en Madrid todavía nuevos hydrates, como el de níquel, de cobalto, de hierro, de cal y de potasa. El de hierro le encontramos natural en un ocre amarillento de Artana, el qual puesto á destilar solo pierde de 16 á 20 de agua, y recobra el óxide su color propio. La cal viva apagada en agua se combina con ella hasta saturacion, y si su color nos impide observar, como en los óxides metálicos, los caracteres

nuevos que el agua le imprime, al menos advertimos que se condensa al tiempo de unirse con ella, despidiendo esta todo el fuego que la mantenía líquida, señal cierta de una verdadera combinación. Pero si existen combinaciones del agua con la cal y los óxidos, ¿quién no admitirá la posibilidad de una combinación igual entre el agua y las bases que tienen mas atracción con ella que los óxidos? ¿quién negará la existencia del hydrate de potasa?

(44) Era imposible que los Mineralogistas no multiplicasen las especies en un tiempo en que la Química analítica apenas se conocía. Los minerales de plata complicados con sulfuretos de plomo, de cobalto, de cobre, de hierro y de antimonio tan fácilmente podían colocarse en una clase como en otra, pues á veces es tan íntima la mezcla y reunión de estos y otros metales, que desaparecen enteramente los caracteres exteriores de cada uno de ellos en particular, y solo presentan unas masas informes de colores grises ó baxos, de texturas confusas, y de un peso, lustre y aspecto indeterminados. Lo propio sucedió con los demas fósiles de naturaleza complicada; pero esto no fué culpa de los clasificadores, sino del estado imperfecto de la ciencia; y los Mineralogistas ilustrados del día simplifican sus sistemas, á medida que la Química con sus descubrimientos va esparciendo claridad en el obscuro reyno de los minerales.

*Pág. 278, §. 15.* Los sulfuretos de plata jamas son pardos, verdicinos ó amarillentos, pues no corresponden tales matices á esta mineralización. Si son puros, dan hasta 86 de plata por quintal, porque este metal puede tomar hasta 15 por 100 de azufre.

(45) Se procedió con demasiada apresuración en excluir las minas roxas arsenicales de la lista de los minerales de plata. Hemos repetido últimamente los trabajos de Klaprot y Vauquelin, y resulta de ellos que el sulfureto de plata ya se une con el sulfureto de arsénico, ó ya con el de antimonio, y probablemente con ambos á un tiempo, lo qual restablece la existencia de las minas roxas arsenicales descubiertas por los Mineralogistas antiguos. A esto debemos añadir que el oxígeno no hace parte de estas mineralizaciones, segun creyó poderlo inferir Vauquelin de su color y transparencia. Los minerales de plata arsenicales son regularmente de un color mas subido que los antimoniales; pero para cerciorarse

de su naturaleza sin necesidad de analizarles, basta guardar en un frasco el polvo de la plata roxa cubierto de dos dedos de ácido nítrico de 8°. Si el mineral es arsenical, se vuelve negro al cabo de pocas horas, y si es antimonial, conserva su color de púrpura. En ambos casos hay oxídacion, desprendimiento del gas nitroso y disolucion; pero se halla mucha mas plata en la disolucion arsenical que en la otra, sin duda porque el ácido nítrico ataca mas fácilmente al sulfureto de arsénico que al de antimonio. El que desee enterarse mas por extenso de las analisis de estos minerales preciosos vea el número 19 de los Anales de Ciencias naturales de Madrid.

*Pág. 281, §. 18.* Las minas de plata negras en masa y de lustre metálico, que llaman *negrillos* en los beneficios de América, son la union del sulfureto de plata con el de antimonio; pero suele ser raro que no contengan tambien otros sulfuretos, aunque en mas corta cantidad, como los de cobre, de plomo y de hierro. Las minas de plata grises, blancas, antimoniales y fahertz de los alemanes son de la misma especie, y solo se diferencian en la variedad de proporciones de estos sulfuretos. Las minas que llaman de excremento de ganso contienen los óxides de cobalto y de níquel; pero aun no tenemos analisis exácta de ellas. La mina de plata antimonial en forma de barbas de pluma contiene los dos sulfuretos de plata y antimonio.

*Pág. 285, §. 22.* Jamas se hará uso seguramente de estos medios. Es mas natural y mas exácto precipitar la plata por la sal marina para deducir  $\frac{100}{133}$  de plata, y separar despues el cobre por un álcali para calcinarle y deducir 100 partes de cobre por 125 del polvo negro ú óxide que resulta. El hierro no precipita exáctamente el cobre de sus disoluciones.

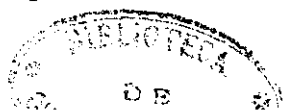
*Pág. 288, §. 30.* Una hoja de plata aplicada á la porcelana la da un color amarillo, y el fosfate de plata aplicado sobre el esmalte se le da tambien muy bello, y parece que este color es debido al óxide de plata.

(\*\*) Hablar de óxides grises, verdecinos y amarillentos es dar ideas falsas de la oxídacion de este metal: no se conoce todavía mas que un solo óxide de plata; pero no es seguramente el que proviene de la chispa eléctrica ó del rayo mismo, pues jamas se

ha podido recoger, ni calentarle en aparatos neumáticos, ni fundirle en crisoles &c. A pesar de esto de hoy en adelante no hablarán los Químicos con tanta ambigüedad de los óxides metálicos que creían poder existir en varias proporciones indefinidas; pues convencidos los de Paris por las experiencias que D. Luis Proust ha repetido este año de 1807 á su presencia, todos, sin exceptuar el mismo Berthollet, han admitido por fin su teoría de las dos oxídaciones constantes de los metales *máxima* y *mínima*; y es de esperar no tarden mucho en admitir tambien la de los grados fixos de las sulfuraciones y la de los hydrates alcalinos y metálicos, puntos de la mayor importancia para la consolidacion de la doctrina neumática que por falta de estas bases vacilaba; y verdades sublimes, que la ciencia deberá al primer Químico de España.

(47) El óxide de plata sulfurado es una combinacion imposible para el arte, y cuyo modelo tampoco nos ofrece la naturaleza.

(48) La decantada pepita de platino de la Sociedad de Vergara desapareció, segun noticias, durante la última guerra. Por lo demas nada diremos de este metal raro y precioso, hasta que se confirmen los descubrimientos de Wollaston, que ha hallado en él dos metales, que llamó *rhodio* y *paladio*; y los de Tennant, que encontró tambien otros dos, y los llamó *iridio* y *osmio*. Ultimamente ha hallado Vauquelin el platino en la mina de plata de Cazalla, en Extremadura, con lo que se verifica que este metal puede reputarse todavía por riqueza exclusiva de la España.





# INDICE

## DE LOS ARTICULOS CONTENIDOS EN ESTE TOMO.

### CONTINUACION DE LA SEXTA SECCION.

ARTIC. XVI. <i>Del estaño</i> .....	Pág. 3
A. <i>Historia</i> .....	<i>Id.</i>
B. <i>Propiedades físicas</i> .....	6
C. <i>Historia natural</i> .....	8
D. <i>Ensayo y metalurgia</i> .....	11
E. <i>Oxidabilidad por el ayre</i> .....	15
F. <i>Union con los combustibles</i> .....	18
G. <i>Accion sobre el agua y los óxides</i> .....	24
H. <i>Accion sobre los ácidos</i> .....	26
I. <i>Accion sobre las bases y las sales</i> .....	39
K. <i>Usos</i> .....	44
ARTICULO XVII. <i>Del plomo</i> .....	46
A. <i>Historia literaria</i> .....	<i>Id.</i>
B. <i>Propiedades físicas</i> .....	49
C. <i>Historia natural</i> .....	50
D. <i>Ensayes y trabajos metalúrgicos</i> .....	57
E. <i>Oxidabilidad por el ayre y el fuego</i> .....	62
F. <i>Union con los combustibles</i> .....	67
G. <i>Accion sobre el agua y los óxides</i> .....	77
H. <i>Accion de los ácidos</i> .....	78
I. <i>Accion sobre las bases y sales</i> .....	88
K. <i>Usos</i> .....	93
ARTICULO XVIII. <i>Del hierro</i> .....	96
A. <i>Historia</i> .....	<i>Id.</i>
B. <i>Propiedades físicas</i> .....	103
C. <i>Historia natural</i> .....	111
D. <i>Ensayes y metalurgia</i> .....	131
E. <i>Oxidabilidad del hierro por el ayre</i> .....	144
F. <i>Union con los cuerpos combustibles</i> .....	150
A. <i>El acero de fundicion ó acero natural</i> .....	155

B. <i>El acero de cementacion ó acero artificial</i> .....	Id.
C. <i>El acero fundido</i> .....	Id.
G. <i>Accion sobre el agua y los óxidos</i> .....	167
H. <i>Accion sobre los ácidos</i> .....	172
I. <i>Accion sobre las bases y sales</i> .....	201
K. <i>Usos</i> .....	207
ARTICULO XIX. <i>Del cobre</i> .....	211
A. <i>Historia</i> .....	Id.
B. <i>Propiedades físicas</i> .....	213
C. <i>Historia natural</i> .....	215
D. <i>Ensayes y metalurgia</i> .....	222
E. <i>Oxidabilidad por el ayre</i> .....	228
F. <i>Union con los cuerpos combustibles</i> .....	232
G. <i>Accion del agua y los óxidos</i> .....	246
H. <i>Accion de los ácidos</i> .....	248
I. <i>Accion sobre las bases salificables y las sales</i> ..	264
K. <i>Usos</i> .....	269
ARTICULO XX. <i>De la plata</i> .....	271
A. <i>Historia</i> .....	Id.
B. <i>Propiedades físicas</i> .....	273
C. <i>Historia natural</i> .....	276
D. <i>Ensayes y trabajos metalúrgicos</i> .....	281
E. <i>Oxidabilidad por el ayre</i> .....	287
F. <i>Union con los cuerpos combustibles</i> .....	289
G. <i>Accion sobre el agua y los óxidos</i> .....	297
H. <i>Accion de los ácidos</i> .....	298
I. <i>Accion sobre las bases y las sales</i> .....	317
K. <i>Usos</i> .....	318
ARTICULO XXI. <i>Del oro</i> .....	321
A. <i>Historia</i> .....	Id.
B. <i>Propiedades físicas</i> .....	324
C. <i>Historia natural</i> .....	328
D. <i>Ensayes y metalurgia</i> .....	331
E. <i>Oxidabilidad por el ayre</i> .....	333
F. <i>Union con los cuerpos combustibles</i> .....	337
G. <i>Accion sobre el agua y los óxidos</i> .....	350
H. <i>Accion sobre los ácidos</i> .....	351
I. <i>Accion sobre las bases y las sales</i> .....	367

	429
K. Usos.....	368
ARTICULO XXII. <i>Del platino</i> .....	373
A. <i>Historia</i> .....	Id.
B. <i>Propiedades físicas</i> .....	375
C. <i>Historia natural</i> .....	378
D. <i>Ensaye y metalurgia</i> .....	379
<i>Método del ciudadano Jeanneti para sacar barras</i> <i>maleables del platino</i> .....	381
E. <i>Oxidabilidad por el ayre</i> .....	383
F. <i>Union con los cuerpos combustibles</i> .....	385
G. <i>Accion sobre el agua y los óxides</i> .....	394
H. <i>Accion sobre los ácidos</i> .....	395
I. <i>Accion sobre las bases y las sales</i> .....	402
K. Usos.....	404
<i>Explicacion de los nuevos pesos para la inteligen-</i> <i>cia de las obras de Química</i> .....	407
<i>Reduccion de los pesos á grammas</i> .....	Id.
<i>Notas</i> .....	409















