

Bergman habia dado el ejemplo en sus métodos de analisis mineral; Priestley lo habia seguido rigurosamente en sus esperimentos sobre los aires; Cavendish, sobre todo, á quien tantas veces hemos citado ya, habia procedido constantemente como géometra profundo á la par que como ingenioso químico.

Los nuevos químicos franceses se han ceñido todavía con mas rigor á esa marcha severa, única que podia dar á su doctrina el carácter de la demostracion; y en esta parte han tenido que congratularse de la cooperacion de algunos de los mas distinguidos géometras, por donde pudo juzgarse del feliz efecto de esa asociacion de los diversos géneros de estudios.

Hemos hablado ya del calorímetro ideado por Lavoisier y por Delaplace. El gasómetro, debido á las investigaciones de Lavoisier y de Meunier, no es menos importante. Ya antes el aparato neumato-químico de Mayow, de Hales y de Priestley, y el aparato de Woulf para la separacion de los diferentes gases, habian prestado los mayores servicios: este último ha sido despues sumamente perfeccionado por Welther.

En el tratado elementar de Lavoisier (1) vió

(1) *Traité élémentaire de Chimie, présenté dans un ordre nouveau, et d'après les découvertes modernes*, por Mr. Lavoisier; Paris, 1789; 2 vol. en 8°.

con admiracion la Europa por primera vez el sistema completo de la nueva química, y esa bella reunion de ingeniosos instrumentos, de esperimentos exactos, y de felices esplicaciones, presentadas con una claridad y trabazon no menos maravillosas que su descubrimiento.

Habiendo aparecido este libro cabalmente en 1789, puede decirse que todos los trabajos de química particular, en cuya esposicion entrarémos luego, se ejecutaron bajo su influjo; y tal es el punto de apoyo que con mas ventaja podemos elegir, pues forma verdaderamente una de las épocas mas grandiosas de la historia de las ciencias.

QUÍMICA PARTICULAR.

Nuevos elementos metálicos.

Mucho distamos en el dia de la estravagante doctrina de los antiguos, quienes pretendian componer todos los cuerpos con cuatro elementos ó modificaciones primitivas de la materia; la de los químicos de la edad media, con sus tierras, azufres, sales y mercurios, se ha desplomado tambien ante la esperiencia y la sana lógica. Todo lo que no podemos descomponer es para nosotros

un elemento; y cada vez que encontramos una nueva materia rebelda á nuestro análisis, cábenos el derecho de inscribirla en la lista de las sustancias simples; pero con la protesta de que no la consideramos tal sino relativamente al actual estado de nuestros conocimientos. Estas sustancias aun no descompuestas llegan hoy dia á unas cincuenta, ocupando entre ellas distinguido puesto los metales de toda especie.

Los antiguos, segun es bien sabido, no poseian mas que siete; y la identidad de este número con el de sus planetas y con el de las notas del diapasón y de los colores del iris, habia dado lugar á un tropel de ideas supersticiosas ó ridículas. Durante la edad media descubriéronse algunos semi-metales, como el antimonio, el bismuto, el zinc, el cobalto, el nickel (1), cuyos nombres tudescos atestiguan aun en el dia su origen. Los químicos de la escuela de Stahl averiguaron la naturaleza metálica y particular de los dos últimos, así como la del arsénico, del molibdeno (2), del tungsteno (3), y de la manganesa.

(1) Descubierto tiempo habia, pero tenido por un metal particular, en 1752, por Cronstedt.

(2) Scheele determinó el ácido en 1778; Hielm, discípulo de Bergman, el metal.

(3) El ácido fue reconocido por Scheele en 1781,

Sus tenaces investigaciones lograron purificar la platina, y presentarnos en ella un nuevo metal noble, entre todos el mas pesado é inalterable.

Contábanse pues en 1789 diez y siete metales, entre quebradizos y dúctiles; después de este año Klaproth descubrió el uranio (1).

En 1795 añadió el titanio que Gregor habia sospechado en una sustancia del país de Cornualles, y que se ha encontrado en muchos minerales. Su óxido compone solo lo que se llamaba *chorlo rojo* y *chorlo octáhedro*.

Muller, Bergman y Kirwan habian sospechado también un metal en algunas minas de oro de Hungría; Klaproth lo demostró en las mismas en 1798, y lo denominó *teluro* (2).

Vauquelin hizo en este género, en 1797, un descubrimiento que eclipsa, por decirlo así, todos los demas, por el brillante papel que desempeña su metal en la naturaleza, y por su utilidad en las artes: es el cromo. Su óxido es de un color rojo; Bergman sospechó su naturaleza metálica; los señores d'Elhuyar fueron los primeros que lo redujeron.

(1) *Annales de Chimie*, tom. iv, pág. 162.

(2) *Annales de Chimie*, tom. xxv, pág. 273; *Memoria leida á la Academia de Berlín el 25 de enero de 1798*.

hermoso verde, y su ácido de un bello rojo; sirve de mineralizador al plomo rojo de Siberia, y de principio colorante á la esmeralda y al rubí. Lo hay en abundancia combinado con el hierro, y se le encuentra hasta en las piedras meteóricas. La porcelana, para la cual no se tenia hasta ahora un verde que pudiese resistir un fuego intenso, ha encontrado uno en el óxido de cromo, tan hermoso en su género como el azul que saca del cobalto, sirve para imitar perfectamente el color de las esmeraldas; y el ácido del cromo, combinado con el plomo, da un rojo inalterable tan bello como el minio (1).

Los trabajos casi simultáneos de Fourcroy, Vauquelin, Descotils, Wollaston y Smithson-Tennant, acaban de descubrir (en 1805 y 1806) cuatro metales distintos y muy notables, que se encuentran mezclados con la platina en bruto. Uno de ellos, el *paladio*, se parece á la plata por su brillantez, color y ductilidad; pero es mas pesado é inalterable: otro, el *osmio*, goza la singular propiedad de disolverse en el agua, de comunicarle fuerte sabor y olor, y de elevarse con ella en vapores; el tercero, el *iridio*, es notable por los vivos colores que comunica á sus

(1) *Annales de Chimie*, tom. xxv, pág. 24; *Memo-ria leida al Instituto el 11 brumario año 6.*

disoluciones; el cuarto en fin, ó sea el *rodio*, les da á todas un color de rosa (1).

Este descubrimiento casi repentino de cuatro sustancias metálicas en un mineral en que tan poco se sospechaban, y en el cual van acompañadas de otras siete ya conocidas, nos persuade que todavía quedan muchas por distinguir en la naturaleza: para poder esplicar muchas de las diferencias físicas que presentan los minerales, es preciso en cierto modo que se descubran en ellos principios nuevos.

Ya Hatchett sacó, en 1802, de un quijo de los Estados-Unidos, un metal particular que llamó *columbio*. Hisinger y Berzelius han encontrado otro, el *cerio*, en un quijo de Suecia (2); y Ekeberg otro en 1801, el *tántalo*, en dos quijos del mismo país (3). Pero estos tres metales tienen propiedades menos notables que los precedentes; y supónese que el tántalo no es mas que una combinacion del estaño.

La lista de las sustancias metálicas asciende pues en el dia á veinte y ocho, ó á veinte y siete si prescindimos el tántalo.

(1) *Bulletin des Sciences*, floreal y fructidor año 11, germinal y fructidor año 12, y vendimiario año 13.

(2) *Journal de Phys.*, tom. lrv, pág. 85, 168, 361.

(3) *Ibid.*, tom. lv, pág. 238 y 281.

Nuevos elementos térreos.

La de los elementos térreos no es tan crecida. Los antiguos y los químicos de la edad media no admitían mas que una especie única, designada bajo los nombres sobrado vagos de *tierra* y de *caput mortuum*. En la escuela de Stahl se empezó á distinguir la tierra calcárea, la silicea, y la arcillosa; muchos mineralogistas las consideraban aun entonces como modificaciones de una sustancia comun.

Las tareas de Black y de Margraf agregaron á su número la magnesia; y los de Scheele y de Gahn, la barita ó tierra pesada. Así pues, conocíanse cinco tierras en 1789.

Klaproth fue tambien de los primeros que aumentaron esta lista. Descubrió el circonio en 1789 en la piedra llamada *jargon de Ceilan* (1), y la encontró despues en una variedad de jacinto. Morveau probó que entra esencialmente en todas las verdaderas gemas de este nombre (2).

Klaproth distinguió en 1793 la estronciana, que hasta entonces se habia confundido con la

(1) *Memorias de la Sociedad de amigos escudriñadores de la naturaleza*, de Berlin.

(2) *Annales de Chimie*, tom. XXI, pág. 72.

barita. Fourcroy demostró que ambas gozan de eminentes propiedades alcalinas (1).

Vauquelin se manifestó tambien muy luego digno émulo de Klaproth en ese género de investigaciones, descubriendo en 1798 la glucina, que forma la base del berilo y de la esmeralda: su nombre se deriva del sabor azucarado de las sales que forma con los ácidos (2).

Por último, Gadolin encontró tambien en 1794, en una piedra de Suecia, una tierra particular que denominó *yttria*.

Así, pues, la química posee en el dia nueve tierras distintas, que no ha sido posible convertir unas en otras, y ninguna de las cuales se ha podido reducir al estado metálico, á pesar de cuantos esfuerzos se han hecho para conseguirlo, y no obstante la mucha semejanza que tiene la barita con los óxidos, fuerza es pues conservarlas en la lista de las sustancias simples para nuestros instrumentos.

La feliz determinacion de los principios del álcali volátil por Berthollet, podia hacer concebir las esperanzas de que se lograria descomponer igualmente los dos álcalis fijos; pero todas

(1) *Journal de Physique*, tom. XLV, pág. 56.

(2) *Analyse de l'aiguemarine*, etc. leído al Instituto el 26 pluvioso, año 6; *Annales de Chimie*, tom. XXVI, pág. 155.

las tentativas hechas hasta el día al intento han sido infructuosas, y fuerza es dejarlos tambien en la lista de los elementos (1).

Prometíanse tambien los químicos, con el descubrimiento del radical del ácido nítrico, los de los otros tres ácidos minerales no descompuestos, á saber, del fluórico, del borácico y del muriático; pero no han sido mas felices que en el analisis de los álcalis fijos; y si no se colocan igualmente estos ácidos en la serie de los principios elementares, es porque la analogía casi no nos permite dudar de que, lo mismo que los demas, están formados por la combinacion de un radical cualquiera con el oxígeno.

Nuevos ácidos.

Mas afortunados hemos sido en el descubrimiento de nuevos ácidos; la escuela de Stahl habia ya obtenido algunos (2).

(1) Hemos advertido ya que los experimentos de Davy no eran conocidos cuando se redactó este informe; por lo demas, dúdase aun en el día si el producto de apariencia metálica que aquellos dan resulta de la descomposicion de los álcalis, ó de su combinacion con el carbono.

(2) Véase en general el escelente artículo ACIDE, en la *Encyclopédie méthodique*, por Mr. de Morveau; y

Es sabido en efecto que el ácido sulfúrico, el nítrico y el muriático, eran los solos conocidos de la edad media: el sulfuroso fue distinguido por el mismo Sthal; el borácico, por Homberg; el fosfórico, por Margraf; el carbónico por Black, Covendish y Bergman; el fluórico, por Scheele.

Este último dió á conocer dos ácidos con base metálica, los del molibdeno y del tungsteno, é ilustró la naturaleza del del arsénico.

El mismo Scheele, cuyos descubrimientos prepararan otros nuevos á sus sucesores, oxigenó, ó segun el dialecto químico de su tiempo, deflogisticó el ácido muriático, y produjo el ácido muriático oxigenado, cuyas sorprendentes propiedades han sido para los químicos fecundo manantial de verdades nuevas, que dependen casi todas de la facilidad con que este ácido abandona su oxígeno superabundante.

El período que nos falta recorrer no ha dado mas que dos nuevos ácidos de base metálica: el crómico, encontrado al mismo tiempo que el cromo por Vauquelin, y el colúmbico, por Hatchett; no se ha reconocido ácido alguno nuevo que sea indescomponible; pero los ácidos de ba-

los capítulos relativos al mismo objeto, en los *Systèmes de Chimie* de Foureroy y de Thomson.

ses complicadas, binarios ó ternarios, se han multiplicado mucho mas, ora hayan sido descubiertos enteramente formados en los vegetales ó en los animales, ora hayan sido producidos por la oxigenacion.

Los antiguos poseian casi todos los ácidos animales naturales como el del vinagre, el del limon, y el de la sal de acederas; pero distaban mucho de distinguirlos categóricamente, y mas aun de tener ideas exactas de su composicion.

Bergman (1) dió sumo impulso á su teoría y aun á toda la quimica de los cuerpos organizados, demostrando que era posible prepararlos artificialmente. Tratando el azúcar por el ácido nítrico, obtuvo un ácido vegetal que Scheele declaró igual al de la sal de acederas. Scheele produjo otro, esto es, el ácido sacoláctico ú mucoso, tratando del mismo modo el azúcar de leche. Este mismo químico descubrió el medio de obtener puros los ácidos del benjuí, y del tártaro, que ya desde mucho tiempo eran conocidos (2), indagó la naturaleza ácida del cálculo de la vejica y la del principio astringente de la nuez de

(1) Véanse en general los *Opuscules physiques et chimiques* de Bergman: fueron traducidos al francés por Mr. de Morveau; Dijon, 1780, 2 vol. en 8°.

(2) Véase el *Journal de Physique*, 1783, tom. 1, pág. 67 y 170.

agallas. Hermstaedt (1) caracterizó el ácido de las manzanas, que se encuentra casi en todos los frutos rojos, y cuya fabricacion nos enseñó Vauquelin, tratando las gomas por el ácido nítrico. Kosegarten (2) dió á conocer el que se saca de la oxigenacion del alcanfor. Georgii y Bergman determinaron las propiedades distintivas del limon. Hase generalmente reconocido que casi todas las materias vegetales y aun animales pueden acidificarse por diversos procedimientos de oxigenacion: así es que las materias animales ácido nítrico, ácidos enteramente parecidos á los de las manzanas y de la acedera.

El ácido del vinagre sobre todo se forma en todas las materias vinosas espuestas al aire y en otras muchas operaciones naturales ó artificiales, cuyos efectos fueron completamente especificados por Fourcroy. Suponíase este ácido capaz de diversos grados de oxigenacion, y aplicábasele, á tenor de las reglas de la nueva nomenclatura, ora el nombre de *ácido acético*, ora el de *ácido acetoso*: Adet ha manifestado recientemente que todo se reduce á diversos grados de concentracion (3).

(1) *Journal de Physique*, tom. xxxii, pág. 57.

(2) *Ibid.*, tom. xxxv, pág. 291.

(3) *Annales de Chimie*, tom. xxvi, pág. 291, leído en el Instituto el 11 termidor año 6.

El ácido acético, mezclándose con diversas sustancias, se manifiesta bajo ciertas apariencias que han movido á los químicos á considerarle como ácidos particulares. Por ejemplo, los que se obtienen destilando las maderas y las gomas habían recibido los nombres de *piroleñoso* y de *piromucoso*. Fourcroy y Vauquelin han demostrado que solo consisten en ácido acético, alterado por una porcion de aceite empireumático que se eleva con aquel. El ácido que Scheele creía haber encontrado en el suero, no es segun estos célebres químicos, mas que ácido acético mezclado con la parte caseosa de la leche (1).

Creíase igualmente obtener un ácido particular destilando el sebo; pero Thenard ha demostrado que era ácido acético mezclado con gordura (2).

Hay tambien combinaciones de dos ácidos que se tomaban por especies simples, y cuyos elementos han sido recientemente esplanados.

El ácido de las hormigas, por ejemplo, segun Fourcroy y Vauquelin, no es mas que una mezcla de ácido fosfórico, málico y acético (3). Es-

(1) *Bulletin des Sciences*, vendimiario año 9.

(2) *Ibid.*, prairial año 9.

(3) *Anales del Museo de historia natural*, tom. 1, pág. 333.

tos químicos sospechan que otro tanto sucede en el de los gusanos de seda.

De los antiguos ácidos animales no quedan pues mas que el del cálculo de la vejiga, al cual Fourcroy ha dado el nombre de *úrico*, y el ácido prúsico, que se prepara artificialmente, y que tan útil es á la química para reconocer en sus analisis la menor particulilla de hierro, y tambien á las artes, como uno de los ingredientes del azul de Prusia. Scheele fue tambien el primero que conoció su naturaleza ácida. Encontrósele completamente formado en las almendras amargas, y Berthollet ha conseguido sobreoxigenarlo. En este último estado es mas volátil y da color verde al hierro.

Pero el periodo actual ha producido seis nuevos ácidos de base compuesta: cuatro estraidos de los cuerpos orgánicos, y los otros dos fabricados en todas sus partes.

Los naturales son el que Klapproth sacó del *honigstein* ó piedra de miel (1) (estaba combinado con alumina y carbon), el que el mismo químico encontró en la savia del moral, el estraído de la quina por Deschamps, y por último, el que han descubierto en las aguas del amnios de las vacas Vauquelin y Buniva.

(1) *Journal de Physique*, noviembre de 1791.

De los dos artificiales el uno (el subérico) ha sido preparado tratando el corcho por el ácido nítrico. Brugnatelli es su autor; y Bouillon-Lagrange ha estudiado sus combinaciones.

El otro se produce destilando el sebo. The-nard, que habia refutado la existencia del antiguo ácido sebácico, ha trasferido su nombre á este, que él mismo ha descubierto y que es mas real.

No se crea que con estos descubrimientos se hayan adquirido tan solo algunos principios mas: entre estas sustancias no hay ninguna de que no pueda sacar la química algun partido en sus analisis, empleándolas como reactivos. Así es que el ácido agállico descubre los metales; el ácido oxálico la cal; el ácido succínico separa el hierro de la manganesa, etc. Como partes constituyentes de los cuerpos, es indispensable su conocimiento á la historia natural; y de algunas se aprovechan tambien las artes útiles. Pero la ventaja teórica mas inmediata de esta lista de los principios consiste en darnos conceptos mas estensos acerca de la multitud de combinaciones posibles.

Efectivamente, fácil es conocer que los cinco combustibles no metálicos, los veinte y ocho metales, sus óxidos de diversos grados, las nueve tierras, los tres álcalis y los ácidos de toda es-

pecie, reunidos solamente de dos en dos, darian ya muchos centenares y hasta muchos millares de combinaciones, gran número de las cuales existe realmente en la naturaleza, pudiendo realizarse aun muchas mas por medios artificiales.

Estas combinaciones son otros tantos objetos de estudio para los quimicos; muchas eran conocidas ya desde mucho tiempo; otras no han sido bien observadas hasta el período actual, y quedan muchas todavía por examinar.

La completa esposicion de lo practicado en este género desde 1789 seria infinita; concretémos á los resultados mas útiles, ó á los que difunden luz mas general.

La sola determinacion de las cantidades respectivas del ácido y de la base en las diferentes sales ha sido objeto de detenidas investigaciones, porque se complica con la determinacion de la porcion de agua, siempre mas ó menos considerable en los ácidos líquidos, y de la otra porcion que entra necesariamente en todos los cristales salinos.

Kirwan se ha dedicado con conato á este ramo (1); Bucholz, Wensel y Vauquelin han agre-

(1) *De la fuerza de los ácidos y de la proporción de las sustancias que componen las sales neutras*; obra traducida del inglés de Mr. Kirwan, por madama L. Véase tambien, acerca de todas las sales, el *Sistema*

gado sus investigaciones á las de aquel; pero los resultados distan mucho todavía de la uniformidad que es de apetecer.

Uno de los mas útiles descubrimientos de este género ha sido el de la composicion del alumbre. Vauquelin, Chaptal y Descroisilles han encontrado casi simultáneamente que es necesaria la potasa para la composicion de esta sal (1).

Vauquelin, en particular, ha hecho otro descubrimiento que no es menos interesante: consiste en que no hay diferencia entre el alumbre de Roma y el alumbre ordinario, sino en que este último contiene un poco de hierro. Hase hecho la aplicacion de este descubrimiento en grande á la tintura, y con esto se ha librado la Francia del oneroso tributo que pagaba al extranjero.

El alumbre pues es una sal triple, puesto que su base es doble. La química posee algunas otras: debiéndose notar en este género diversas sales de base de amoniaco y de magnesia, sobre las cuales ha trabajado mucho Fourcroy (2).

Aumentase la dificultad de esta especie de analogía de los conocimientos químicos de Fourcroy, y la Química de Thomson.

(1) *Annales de Chimie*, tom. xxii, pág. 258; tom. l, pág. 134.

(2) *Annales de Chimie*, tom. lvi, pág. 210.

lisis cuando se trata de las sales metálicas, y es preciso apreciar en qué grado de oxidacion se ha unido el metal con el ácido.

Entre las investigaciones de este género débese citar principalmente la historia de las sales de mercurio, que empezó Fourcroy en 1791 y que terminó casi completamente en 1804, con la cooperacion de Thenard (1). Proust, químico francés establecido en España, ha ejecutado trabajos análogos en las sales de hierro y de cobre, principalmente sobre los sulfatos á diversos grados de oxidacion (2).

Thenard se ha ocupado tambien de los sulfatos de hierro (3).

Cheuevix ha trabajado sobre los arseniados de cobre, de plomo, sobre los muriatos de plata, y ha descubierto el muriato sobre-oxigenado de este último metal (4). Los muriatos de plata han sido tambien estudiados por los Proust y Klaproth.

Pero entre las sales metálicas recientemente conocidas, descuella el fosfato de cobalto, cuya preparacion ha descubierto Thenard, y que com-

(1) *Annales de Chimie*, tom. x, pág. 293; tom. xiv, pág. 34; *Bulletin des Sciences*, brumario año 41.

(2) *Annales de Chimie*, tom. xxxii, pág. 26.

(3) *Bulletin des Sciences*, termidor año 12.

(4) *Journal de Physique*, tom. lv, pág. 85.

binado con la alúmina reemplaza á corta diferencia el ultramar en pintura (1).

El plomo, combinado con el ácido del cromo descubierto por Vauquelin, da según hemos dicho, un rojo brillante, que no se ennegrece como el minio: en el día se prepara esta sustancia en gran cantidad.

La descomposición de las sales es á veces sumamente útil.

Así es que el arte de extraer la sosa de la sal marina es de primera importancia para todas las artes que emplean ese álcali, y especialmente para las fábricas de jabón y de vidrio; pero no lo es menos para la química general, pues ha sido la primera escepcion de las leyes antiguamente establecidas para las afinidades, y ha ocasionado tal vez la mayor parte de las nuevas ideas de Berthollet sobre esta importante materia.

Scheele ha suministrado también en este punto el primer germen del arte y de la doctrina, notando que de una mezcla de sal marina y de cal viva levemente humedecida y puesta en un sótano ó bodega, florecía continuamente carbonato de sosa, aun cuando la cal no alcance de suyo á quitar á la sosa el ácido muriático.

Però la naturaleza opera en grande esta des-

(1) *Bulletin des Sciences*, brumario año 12.

composición en las plantas de la orilla del mar, en muchos paradones de los países cálidos, y del modo mas señalado en los famosos lagos de anatron, en Egipto, en donde no tiene cal viva, sino tan solo carbonato de cal (1). La teoría de Berthollet explica esas anomalías aparentes.

Morveau es el que mas ha contribuido á sacar procedimientos usuales de estos experimentos; en términos que, á no mediar el impuesto de la sal, podríamos prescindir de la sosa de Alicante para nuestras manufacturas.

Los óxidos aislados presentan también sus dificultades. Los Sres. Berthollet padre é hijo han demostrado que producen á veces algunas porciones de ácido que los modifican; tal es el óxido blanco de plomo, el cual solo se diferencia del amarillo por un poco de ácido carbónico.

Proust atribuye otros cambios de color al agua (2).

Los hay que son debidos á diversas proporciones de oxígeno; habiéndose reconocido muchos de este género: Proust ha descrito un óxido saturnino de color de pulga, y uno amarillo de cobre; Thenard uno blanco de hierro, uno negro y otro verde de cobalto (3).

(1) *Journal de Physique*, tom. 1, pág. 5.

(2) *Ibid.* tom. LXV, pág. 80.

(3) *Nouveau Bulletin des Sciences*, febrero 1808.