

HISTORIA
DE LA QUIMICA

TOMADA
DEL MANUAL DE BRANDE

INTRODUCCION
AL CURSO DE ESTA CIENCIA
LEIDO EN LA UNIVERSIDAD DE CARACAS

POR

JOSE M. VARGAS,

PUBLICADA POR UNO DE SUS DISCIPULOS.

CARACAS
IMPRENTA BOLIVAR
CALLE DE CARABOBO, NUMERO 70

1864.



724-3/28
1155

HISTORIA DE LA QUIMICA

TOMADA
DEL MANUAL DE BRANDE

INTRODUCCION

AL CURSO DE ESTA CIENCIA

LEIDO EN LA UNIVERSIDAD DE CARACAS

POR

JOSE M. VARGAS,

Doctor en Medicina; Fundador y profesor de las cátedras de Anatomía, Cirujía y Química de esta Universidad; miembro del Colegio de Cirujanos de Londres; de la Sociedad Médica de Edimburgo; de la de los Investigadores de la Naturaleza de Berlin y del Jardín Botánico; de la Sociedad del Museo de Ginebra; corresponsal de la Academia médico-quirúrgica de Cádiz, y de la Sociedad de Anticuarios del Norte.

PUBLICADA POR UNO DE SUS DISCIPULOS.



CARACAS
IMPRESA BOLIVAR
CALLE DE CARABOBO, NUMERO 70

1864.



ADVERTENCIA.

El siguiente bosquejo histórico del origen y progresos de la filosofía química, ha servido de texto en la Universidad desde el establecimiento de esta clase, hácia 1842, hasta el presente, sirviendo su estudio de introduccion á las restantes materias.

Várgas, su ilustre fundador, tomó como guia la parte correspondiente de la obra inglesa de Brande, adaptándola en su extension al espacio que en sus lecciones podia dedicarle y comunicando sus manuscritos á los alumnos para que se hiciesen de un número de copias suficiente para el estudio. Pero ellas nunca se multiplicaron lo bastante: y así escasas, en las reproducciones sucesivas se han ido plagando de errores de tráscricpeion mui difíciles, los mas, de corregir sin el original á la vista, por sér de nombres extranjeros, propios de lugares ó personas. El estudio, imposible á veces, otras ilusorio, se ha hecho cada vez mas penoso para los alumnos, y la necesidad de ejemplares impresos se hace sentir mas y mas. Es con el objeto de llenarla que hacemos esta publicacion, sirviendo para ella una copia, cuidadosamente hecha del manuscrito original, teniendo el texto inglés á la vista. Sirva ella de homenaje, aunque pequeño, á la memoria del maestro querido, que tantos afanes y desvelos consagró á los progresos de la juventud.

M. V. D.

HISTORIA DE LA QUIMICA.

I

Química es aquella ciencia natural que nos enseña á conocer las propiedades de la sustancias elementales, sus mutuas combinaciones, las fuerzas que en su union las rigen, las proporciones en que se combinan, los modos de separarlas cuando están combinadas : aplicando estos conocimientos á la inteligencia de los fenómenos naturales que resultan de la accion inmediata de unos cuerpos en otros ; y á muchísimos é importantes usos de las artes y comodidades de la vida.

La química examina la accion íntima y recíproca de los cuerpos entre sí, la física experimental sus propiedades externas. Su peso, volúmen, figura y densidad, sus movimientos y demas fenómenos que resultan de la fuerza de gravedad, son el objeto de esta ; las propiedades internas de las moléculas de la materia, sus recíprocas acciones en el punto de contacto, las leyes y fenómenos de la afinidad, lo son de aquella.

No podemos decir que la química existió como ciencia ántes del principio del siglo xvii. Dispersos se hallaban en los escritos de los primeros químicos uno que otro hecho curioso é importante y algunos útiles descubrimientos, pero unos y otros quedaron inútiles por falta de aplicacion y de estar enlazados en un metódico sistema. La trasformacion de los metales, la composicion del elixir universal, el hallazgo del Alcahesta, ó solvente general, fueron el objeto en que los primeros químicos pusieron todas sus miras.

Bacon, Boyle, Hooke, Mayow y Newton, tienen mui justos títulos para ser considerados como padres de la filosofía química. Conociéronse los verdaderos fines de la ciencia; el raciocinio inductivo trazó su camino recto; y desde entónces no faltaban sino las observaciones y experiencias, para ir levantando y extendiendo su magnífico edificio.

A los alquimistas debe la ciencia muchos descubrimientos y la humanidad algunos útiles inventos; pero bien merecen ser comparados con la fábula del anciano padre, que al tiempo de morir dejó a sus hijos un tesoro enterrado en un lugar indeterminado de su viña; y cuya busca, bien que infructuosa en el hallazgo del dinero, con todo les proporcionó por la escavacion y laboreo de todo el terreno, una abundosa y productiva vendimia.

Digamos algo de los antiguos alquimistas, para seguir despues el cuadro de las principales investigaciones de los químicos del siglo xv y los dos siguientes, como preliminares á la actual época de la verdadera y útil ciencia de la química.

La trasmutacion de los metales poco preciosos en oro y plata, objeto principal y casi único de los primeros alquimistas, fué considerada á juicio de algunos químicos por otra parte ilustrados del siglo xvii, no solo como posible, sino como realmente ejecutadas en épocas anteriores; y al leer la historia de estas trasformaciones en Helvetius, Boerhaave, Boyle y otros, difícil seria, sin los auxilios de la química moderna, resistirse á las pruebas en que las apoyan.

EPOCA FABULOSA

Hérmes Trismogistus, que se cree haber existido hacia 2076 años del mundo, es considerado como el primero de los alquimistas; bien que es poco dudoso que los escritos que se le atribuyen sean apócrifos. El *Tractatus aureus* ú obra de oro, es sin duda un farrago de filosofía oculta, que pertenece á una época mui posterior. En ella se hace aparecer á Hérmes empezando por excusarse de revelar los secretos del arte negro, lo que hace por el temor del juicio eterno y el peligro de perder su alma con tal ocultacion. « La revelacion de este secreto, dice, es una deuda que quiero pagar al justo, así como el padre del justo tuvo la bondad de concedérmelo. » Segun este preludeo era de esperarse que fuera á descubrir grandes verdades; nada ménos que esto: él reveló los secretos á la vista y oidos de los hijos del arte, « no á los profanos, que no hacen sino burlarse de ellos y que son indignos del banquete divino, como perros hambrientos, lobos ó raposas ». Despues el lector es llevado á una pieza mas interior y allí se le da la explicacion de varias nociones acerca de la piedra filosofal, por cuyo medio, se dice, « con el permiso del Omnipotente, se curan las mas graves enfermedades y se remedian los pesares, los males y las desgracias de cualquier género: se pasa de la oscuridad á la luz, del desierto y la soledad á la sociedad y

las comodidades domésticas; y de la pobreza y miseria á la abundosa riqueza.» Despues enseña á « coger el pájaro volando,» esto es, el mercurio y « ahogarlo para que no vuele mas,» lo que se llamó despues la fijacion del mercurio, uniéndolo con el oro; meterlo despues en el « pozo de los filósofos,» ó el agua régia, con lo que se disipa su alma; y su parte corpórea se une al « águila roja » ó muriato de oro.

Copiando estas frases, hemos querido dar una idea del lenguaje figurado de los primeros alquimistas, porque todavía se conservan muchas ideas y palabras que han tenido origen de aquella oscura euna de la ciencia.

SIGLO VII—ÉPOCA DE LOS ARABES.

Géber, el primero, segun Boerhaave, de todos los árabes, que algunos consideran como rei de esta nacion aunque de origen griego, fué mui instruido en las antigüedades arábicas y hombre grande en la historia de la alquimia. Vivió en el siglo VII. Leon Africano cree que apostató de su religion y se hizo mahometano; y sin duda que cualquiera que sea la autenticidad de sus obras químicas, estas son las mas antiguas que existen. Sus principales libros son cuatro: « *De Alchemia,* » « *De summa perfectione metallorum,* » « *De lapide philosophico,* » « *De inveniendi arte auri et argenti* »: fueron publicados en Strasburgo en 1520, y justifican el elogio de Boerhaave, que considera á su autor como el primer filósofo de su época. Él describió en la alquimia del sol, varias medicinas solares, que no son mas que disoluciones de oro en el ácido nitromuriático, con la adición del azogue, el nitro, la sal comun y otras materias salinas; recomendando al estudiante que se prepare para estas experiencias con la práctica de actos de piedad y caridad si quiere, segun el lenguaje del Dr. Salmon, su traductor, mudar el mercurio en una infinidad de cuerpos luníficos y solíficos, sin mas auxilio que su multiplicacion. Géber describe tambien los crisoles, hornos y alambiques: de manera que con razon se le cree inventor de muchos aparatos químicos. Hablando de la trasformacion en oro de los seis metales entónces conocidos, plata, azogue, cobre, hierro, estaño y plomo, dice: « trae-me los seis leprosos y yo los limpiaré. »

SIGLO XII.

Artephius publicó en 1130 varios trozos de alquimia y murió de edad de 1025 años, segun Rogerio Bacon, conservándose por las virtudes milagrosas de sus medicinas.

SIGLO XIII.

. En el siglo XIII floreció el fraile franciscano Rogerio Bacon: nació en Ilchester del condado de Sommerset, y era de antigua é ilustre

familia. En 1240 volvió de París y se hizo célebre entre los sabios de la Universidad de Oxford. Exponer la ignorancia y echar por tierra los dogmas de las escuelas, fué el propósito de Rogerio Bacon : empresa entónces atrevida y aun peligrosa. Así, fué acusado de hechicero, puesto preso y casi muerto de hambre, por haberse atrevido á publicar la inmoralidad del clero de aquella época ; y por poco lo queman como mágiço. No hai obra, dice Brande, que cause mas sorpresa y admiración que el *Opus majus* de Rogerio Bacon : por todas partes se presenta su entendimiento vasto, claro y comprensivo, anticipando muchas verdades que hicieron tan célebre á su ilustre tocayo y sucesor el canciller Bacon. Hallam (en su historia de la edad media) asegura que hubiese ó no leído el lord Bacon el *Opus majus* del P. Rogerio, es singular que su frase favorita *prærogativa scientiarum* se halle en esta obra ; y que la sexta parte del *Opus majus* sobre las ciencias experimentales, sea el prototipo del espíritu del *Novum organum* : la misma confianza demasiada y á veces temeraria en los efectos de los descubrimientos físicos, la misma pasión por las experiencias, la misma preferencia del raciocinio inductivo, se encuentran en todas las partes de ambas obras. De todos los escritos alquímicos de Rog. Bacon, el mas estimado, por lo que hace á la química, es el *Espejo de la Alquimia* ; y sin embargo, ofrece poca curiosidad é interes.

Rogerio Bacon es considerado por unos como el amigo, por otros como el enemigo de la humanidad, por haber inventado la pólvora : descubrimiento que sin duda ha disminuido la barbaridad personal de la guerra ; pero que considerada como instrumento de destrucción humana, muchísimo mas poderoso que ninguno ántes inventado ó descubierto por la casualidad, con un dominio cada vez mas sanguinario, y que aplicando por una inconcebible contradicción el resultado de los adelantos de la ciencia y de la civilización al exterminio de la humanidad, nos llena de espanto (dice Hallam) al contemplar la futura perspectiva de la especie humana ; y hace difícil conciliar con el órden benévolo de la Providencia, la concesion misteriosa de tan fatal descubrimiento.

Algunos lo han atribuido el mismo descubrimiento á Bartolomé Schwartz, monje alemán, en 1320, fecha mui posterior á la que pertenece al hecho por Rogerio Bacon. Con todo, si hemos de creer a un escrito árabe, hallado en la biblioteca del Escorial y citado por Hallam, apénas puede dudarse que la pólvora fué introducida por los sarracenos en Europa ántes de la mitad del siglo XIII ; aunque sus usos en las armas bélicas eran mas parecidos á los fuegos de artificio que á la artillería. Muchas autoridades hai, sin embargo, para probar que la pólvora era ya comunmente usada en la guerra, en el principio del siglo XIV (la de los cañones en 1346 y la de los fusiles en batería en 1517) : así Eduardo III empleó la artillería con efecto memorable en la batalla de Crecy ; y en el siglo XV empezaron á usarse comunmente los cañones de mano y las escopetas.

Alberto, llamado Magno, religioso dominicano, obispo de Ratisbona y contemporáneo de Bacon, fué célebre como inventor de la cabeza de bronce (*), demolida por el celo piadoso de su discípulo el angélico Dr. Santo Tomas de Aquino, porque se le sospechaba ser agente del diablo. Alberto Magno fué lo que hoy se llama un genio universal: fué especialmente célebre como comentador de Aristóteles; mas segun el testimonio de los contemporáneos, fué un sabio profundo en todos departamentos de la Filosofía alquímica, en los ramos de la Filosofía natural, aritmético, géometra, mecánico, músico y astrónomo. Sus obras mui voluminosas se publicaron en Leiden en 1651, en 21 volúmenes en folio. La mayor parte de sus tratados de Alquimia han sido insertados en el *Teatro químico británico* de Ashmole.

Del mismo siglo son: Tomas de Aquino, llamado el angélico doctor, escritor de varias obras de Alquimia; Raimundo Lully de Mallorca y Arnolde de Villanova provenzal; aunque estos últimos escribieron mucho, poca utilidad se saca de sus escritos. Lully murió apedreado en Africa en su tercer viaje con el empeño de convertir mahometanos al Evangelio. De él se dijo que habia, en presencia de Eduardo I en Lóndres, convertido el hierro en oro, que fué acuñado en rosas nobles. Arnolde brilló como mágico y astrólogo, fué llamado profeta y predijo que el mundo se acabaria en 1376; pero fué él quien pereció náufrago en la costa de Génova en 1313.

SIGLO XV.

A estos siguieron Juan é Isaac de Holanda, padre é hijo, filósofos alquimistas, cuyas experiencias sobre la sangre y la orina tuvieron Helmontio y Boyle como descubrimientos mas modernos.

SIGLO XVI.

En 1560 se publicó en Paris un tratado de alquimia atribuido á Nicolas Flammel; más él no fué su autor, y solo se le atribuyó por haberse enriquecido de repente y en un grado pasmoso: fundó hospitales, reparó templos y fomentó otras muchas instituciones caritativas.

SIGLO XVII.

En la coleccion del Dr. Salmon, publicada en 1692, se halla la obra titulada: *Meollo de la Alquimia*, por Jorge Ripley, canónigo de Bridlington, en el condado de York, dedicada á Eduardo IV.

El anticuario inglés Eliás Ashmole, publicó en 1650 el *Theatrum Chemicum Britannicum*, ó mercuriófilo inglés.

(*) Autómata que hablaba.

II.

En general se puede asegurar que el mal éxito de las innumerables experiencias hechas por los alquimistas en el siglo XVII, desacreditaron mucho á esta ciencia; por mas que sus partidarios se empeñasen en atribuir este mal suceso á otras causas. Salmon creia que la trasformacion de los metales existia en la naturaleza, aunque ignoraba el medio y modo de conseguirla: creia por lo que habia visto, que cualquiera se convenceria de la posible trasmutacion de los metales; pero que no aconsejaba á quien no conociera los poderes de la naturaleza y sus modos de obrar que se metiera en la empresa: « que era una gracia de Dios; y que el que la conseguia, debia esperar con paciencia el movimiento de las aguas; y que cuando el ángel destinado moviera las aguas del pozo, entónces era el tiempo de meter en él el metal leproso y limpiarle de todas sus impurezas.»

Van Helmont decia: « Estoy forzado á creer la formacion del oro y de la plata; mas conozco algunos químicos prolijos que han consumido su propia y la ajena fortuna en el descubrimiento del secreto y hasta hoy han sido engañados por esta caterva de diabólicas sanguijuelas de oro y plata. Bien sé que muchos contradicen esta verdad, diciendo, unos, que es la obra del diablo y otros que es mas cara la salsa que las tajadas.»

Bergman pesando las pruebas en pro y contra de la posibilidad de la trasmutacion, al fundar su opinion en la autoridad de los diversos escritos, concluye que, « aunque los mas de ellos son erróneos y muchos dudosos, hai sin embargo algunos que, á ménos que neguemos toda prueba histórica, por su carácter y testimonio inspiran confianza.»

Brande cree por el contrario que toda la lectura de las historias de trasmutacion, da suficiente fundamento para una opinion diametralmente opuesta: que todos tienen un carácter mui sospechoso: en algunas son fragantes el fraude y la mala fe; y en otras el engaño de los experimentalistas. El llamado *polvo de proyeccion*, preparado por los adeptos, presentaba en el crisol una pequeña porcion de oro que iba mezclado con el mercurio y que los crédulos tomaban por oro trasformado. Lo que todavia es mas increíble es la historieta de hallazgos de oro en una cantidad mayor que el polvo ó liga ensayados. Tal es el cuento de Hiernes de la trasmutacion de Paykul, que con seis dracmas de plomo y una de polvo, produjo un tejo, que acuñado dió 147 ducados. La del doctor Helvetius de la Haya y Elías el artista de quien aquel asegura en 1666, haber recibido un átomo de su polvo de proyeccion, que envuelto en cera y mezclado con media onza de plomo lo convirtió en oro. La de sir Kenelm Digby, otro alquimista y trasformador. La de un italiano de Ginebra que (segun dice Mangeto en el prólogo de su *Bibliotheca chemica curiosa*, refiriéndose al testimonio de un señor Gros, sacer-

dote del carácter mas bien sentido, sabio físico y diestro químico) mezcló azogue caliente y estaño derretido con un polvo rojo en cera y sacó del crisol seis tejos del oro mas puro.

Sthal en sus *Fundamenta chemia* y Junker en su *Conspectus chemia*, nos han dicho que algunos alquimistas han dado relaciones circunstanciadas del modo de hacer la piedra filosofal; pero que las mas son ininteligibles y todas nada satisfactorias. Carlos Musitano, citado por Mangeto, da una larga relacion de este procedimiento en que usaba el azogue, el alcohol rectificado, el vinagre y la sal; y sacaba: 1º el mercurio llamado *meteorizado* (sublimado corrosivo?) 2º despues de repetir la sublimacion, la *sal* que él llamaba *sapientum* (cálomel?) 3º por la disolucion y repetida destilacion del espíritu de vino sobre ella, sacaba lo que él llamaba el *acero mágico*; 4º que destilado otra vez, dejaba en la retorta la *quinta esencia* ó *alma* del mercurio, que; 5º sublimada por el calor daba la *luna de mercurio* ó quinta esencia mui volátil; que, 6º mezclada en proporcion de tres partes para una de oro purificado, sacaba el *azufre filosófico*, que era el polvo rojo de proyeccion. Que con este *azufre de oro* ó *filosófico*, formaba la piedra filosofica. Este azufre mezclado con oro formaba un polvo rojo que continuaba llamando azufre filosófico ó de oro y que mezclado con mas oro, daba azufre inferior; y seguíase con la mezclá con mas oro, hasta que este no se alteraba.

Musitano aseguraba que con una parte del azufre de oro y diez de mercurio, en un crisol, trasformaba todo en metal perfecto. Este azufre de oro ó polvo rojo de proyeccion, llevaba todo el secreto para la trasformacion en oro. La luna ó quinta esencia de mercurio era la panacea ó medicina universal.

Asombra leer la relacion del mismo Musitano llena de símbolos y escrita en un lenguaje todo figurado, en que con el tono mas lleno de confianza y aseveracion, establece todas estas quimeras.

Casi todos los alquimistas atribuyeron el poder de prolongar la vida ó á la piedra filosofal ó á ciertas preparaciones de oro: imaginando que el carácter permanente y constante de este metal podia trasportarse á la vida del cuerpo humano; y ¿quién lo creería? el mismo genio de Descártes ha sido tildado de sostener semejantes opiniones; pero tal vez sin razon, pues él dijo á sir Kenelm Digby, que aunque no podia aventurar la promesa de la inmortalidad, sin embargo, estaba cierto que la vida podia prolongarse hasta la duracion de la de los patriarcas; bien que esto no era por ninguna panacea, sino por un método racional de vida y una dieta frugal y constante.

El inglés Elías Ashmole levantó á la alquimia ó antigua química un gran monumento, publicando, en 1650, el *Theatrum Chemicum Britannicum*, en que insertó la parte alquímica de Alberto Magno y varias piezas poéticas de los filósofos ingleses mas célebres en los misterios herméticos.

Hasta el último tercio del siglo pasado ha habido filósofos embaucados con la quimera de la trasmutacion de los metales en oro. El doctor Price, en 1782, se preciaba de convertir con unos polvos blancos y rojos el mercurio en plata y oro; y de haber convencido á los incrédulos de la posibilidad de esta conversion: sus experiencias iban á ser repetidas ante un tribunal, cuando se suicidó con el agua de laurel.

Pedro Woulfe, que fué otro alquimista de la misma época, era sin duda un hombre muy dado á las investigaciones químicas: murió en 1805, y muchos de sus aparatos están en el R. Instituto de Londres.

Mas no se puede negar que si los alquimistas nos han dejado pocos hechos exactos y pocos descubrimientos de útil aplicacion, sin embargo perfeccionaron bastante los instrumentos y aparatos de la análisis, particularmente los que se refieren á la aplicacion del fuego, la construccion de los hornos y su propio uso.

(Aquí principia la historia de la verdadera química.)

Tambien debon ustedes saber que junto con una porcion de espíritus visionarios y de imaginacion exaltada con la trasformacion de los metales y el hallazgo de la panacea universal, existieron algunos espíritus sólidos, que con razon debemos confesar que han echado los verdaderos fundamentos de la ciencia.

Uno de los mas célebres es Basilio Valentino, aleman de Erfurth: escribió á la mitad del siglo XV, ántes de Paracelso. Sus dos obras *Currus triumphalis antimonii*, publicada en 1624, y *Haliographia* en 1644, contienen muchos materiales preciosos para la ciencia. La primera comprende la descripción de las preparaciones antimoniales, que él introdujo en la Materia médica: la segunda trata de la preparacion, de los usos y virtudes de las sales minerales, vegetales y animales: en esta obra se hallan los primeros métodos exactos de hacer los ácidos minerales nítrico, sulfúrico y muriático; y todos los que saben el importantísimo papel que estos desempeñan en las mas de las operaciones químicas, pueden desde luego comprender la grande é importante trascendencia de sus descubrimientos. Describió hasta tres modos de sacar el ácido nítrico ó *aqua fortis*; y tambien conoció el modo de hacer el agua régia, mestruo del oro, añadiendo á este ácido el muriático ó espíritu ácido de la sal amoniaco.

Su modo de hacer vitriolo de hierro, mezclando limaduras de hierro con ácido vitriólico desatado en doble porcion de agua, y de sacar el aceite de vitriolo destilando el vitriolo verde ó de hierro, son métodos todavia usados. Tambien se le debe el proceder de destilar nitro con azufre ó sulfureto de antimonio para sacar el ácido que él llamó aceite de vitriolo en el primer caso, y aceite de antimonio en el segundo.

Paracelso, nacido en Einsiedeln, cerca de Zurich, siguió á Basilio

Valentino. Su nombre era Felipe Hochener, que él se mudó por el de Felipe Aureolus Theophrastus Bombastus Paracelsus; y este solo rasgo nos da á conocer el hombre altanero y predominante, que no soportaba rival. Visitó las mas cultas ciudades de Europa; y de regreso á Basilea en Suiza, entró en el profesorado de Medicina y Química, en cuyo destino se ocupaba ménos de instruir que de denigrar á sus contemporáneos y predecesores; y al cabo, por su temperamento insoportable ó por otro motivo, abandonó su país y se fué á Estrasburgo, de donde pasó á Hungría: allí se dejó señorear del pernicioso hábito de la embriaguez, y despues de haber proclamado su panacea univ ersal; oh miseria humana! murió todavia en el meridiano de su vida, urgido de la mayor miseria en el hospital de San Sebastian de Salzburgo. Mas sus talentos son innegables; y si no hizo grandes descubrimientos como químico, ni mostró la sagacidad y luces de varios de sus contemporáneos, sobre todos Teodoro Mayerne, Duchesne ó Quercitanus y Osvaldo Crollio, dió, así como estos, una importante direccion á la Química farmacéutica y contribuyó mucho á generalizar el uso del cálo mel, de que Crollio fué despues el primer descriptor, así como tambien de las preparaciones antimonial es y del opio. Conocido estaba el antimonio desde mediados del siglo XV, época de Basilio Valentino, pero al fin del mismo fué su uso prohibido en Paris; y Besnier, expulsado de la Facultad, por tenaz en su administracion.

(Siglo XVII.) En Inglaterra principiaron los remedios químicos en tiempo de Carlos I. En 1644, Schröder publicó su farmacopea químico-médica, y poco despues salió á luz la del Colegio de Lóndres. Sin confundir la historia de la química farmacéutica con los progresos abstractos de la medicina, debemos confesar que los grandes progresos que la química ha hecho en tiempos modernos, han nacido de sus aplicaciones á la medicina y que sus cimientos propiamente científicos fueron echados por los escritores (siglo XVI) médicos y farmacéuticos del siglo XVI que la sacaron de las impuras manos de los alquimistas, para imprimirle el noble y útil carácter que ahora tiene. Duchesne, médico del gran Henrique IV, Teodoro Mayerne, Osvaldo Crollio, médico del príncipe de Anhalt y consejero del emperador Rodolfo II, su opositor, el célebre Andrés Libavio, y Ángelo Sala de Vicenza, resaltan en esa época por las importantes adiciones que hicieron á la farmacia química y las numerosas sustancias con que enriquecieron la materia-médica. Dominaba todavia la doctrina de Paracelso, mas ó ménos castigada de los absurdos con que su autor la habia ridiculizado, cuando apareció en la escena Van Helmont, de Bruselas, en el principio del siglo XVII y con talentos mucho mas sólidos que Paracelso. Dejó en un bosquejo de su vida, muchos rasgos de un entendimiento recto, que conoció temprano la futilidad de la filosofía de aquella época, el vacío de los libros y de las doctrinas de las escuelas: que dejó, en una palabra, columbrar, al través del desaliento de un escepticismo en mucha parte

fundado, de un entusiasmo hasta la manía en la prosecucion de nociones verdaderas y útiles, aquellos venturosos crepúsculos del espíritu humano que precedieron al astro luminoso del genio de Bacon. A los elementos aristotélicos habíanse sustituido los químicos: y el azufre, el mercurio y la sal, hicieron el principal papel desde Valentinó hasta Van Helmont. Este mencionó los *cuerpos aeriformes* y los distinguió en unos que en forma de vapor son susceptibles de condensacion y otros permanentes á la manera del aire atmosférico. Su gas silvestre parece ser el llamado despues aire fijo, y ahora ácido carbónico: de sus experiencias sobre el aire dedujo sagaces consecuencias sobre su peso y elasticidad; y determinó con precision los efectos de la temperatura y presion atmosférica en su desorpcion del termómetro de aire, descubierto por su paisano y contemporáneo Drebbel.

Siguiendo el siglo XVII, damos con el resplandor que arroja el genio inmortal de Francisco Bacon, baron de Verulamó, cuyos defectos, como hombre de estado, han hecho desaparecer á los ojos de la posteridad, el brillo y la excelencia de su carácter filosófico. Nació en Lóndres en 1560, hijo del canceller Nicolas Bacon. Apénas de 16 años y siguiendo sus estudios en Cambridge, asomó ya la grandeza de su entendimiento; y no pudiendo soportar las frívolas sutilezas de la filosofía aristotélica, entró en la senda que le condujo á su eminencia futura. Su obra de la Instauracion de las Ciencias (*Instauratio magna*), marca con fuertes rasgos el distintivo de su carácter científico: él echa una ojeada general y filosófica sobre el vasto quanto interesante campo de sus investigaciones en el título *De dignitate et augmentis scientiarum*, no halla mas que frivolidad en los antiguos sistemas filosóficos: y elige y marca la induccion sacada de las experiencias exactas y hechas con imparcialidad, como el único camino de la verdad. «Sigámoslo, dice, y conseguiremos nuevos poderes sobre la naturaleza, llegaremos á dejar atrás los decantados portentos de la magia natural, como las acciones de César excedieron las ficticias del héroe de romance.» Él compara la filosofía especulativa con la liviana calandria, que despues de un alto vuelo nada trae; y la filosofía experimental con el robusto, noble y perspicaz halcon, que remontándose á la misma altura vuelve con su presa entre las garras. La ilustracion del nuevo método de filosofar y el modo de coordinar los resultados, forman la conclusion de esta obra admirable y sin rival.

Cuando Jacobo I entró á reinar, él estaba en la cumbre de los honores de la magistratura; despues fué hecho canceller con gran celebridad como orador y hombre de Estado. Abrumado bajo el peso de los destinos públicos, nunca dejaba de cercenar algunos ratos para sus ocupaciones científicas; y últimamente, aun caido en desgracia, su genio todavía íntegro se mantuvo en medio de circunstancias tan críticas y con su espíritu tan abatido siguió brillando en sus obras literarias. ; Qué mejor objeto de la indulgencia y generosidad

de un monarca! Este príncipe ilustrado supo emplearlas indulgéndole de la multa y prision perpetua en la Torre, á que habia sido condenado, señalándole una decente pension y valiéndose de todos los medios para aliviarle del peso de los años y la amargura de sus sufrimientos.

Murió Bacon en 1626, mas la química quedó como las otras ciencias experimentales, mejor encaminada, libre de las cadenas de la filosofía especulativa y trabajando ventajosamente su campo con el adecuado instrumento de la induccion. A la mitad del mismo siglo ya habia muchas obras químicas; es verdad que las mas eran indigestas compilaciones y catálogos de recetas y preparaciones usadas en las artes y en la medicina; mas la materia-médica recibió una forma mas conveniente y las farmacopéas publicadas bajo la autoridad de algunos gobiernos, divulgaron las preparaciones del cálo mel, tártaro emético, opio y otras de la mayor importancia.

III

(Sigue el siglo XVII.)

En esta época brillaron Kunckel, que promovió las aplicaciones de la química á las artes, describió el modo de hacer el fósforo y el vidrio; y Lemery, el mas antiguo, que fué notable por su destreza en las experiencias y su claridad en exponer los elementos de la ciencia; y sobre todos estos J. Rodolfo Glaubero, de Amsterdam, el mas rico escritor de hechos é inventos originales: fué tan laborioso en sus experiencias y tan original en muchos de sus trabajos que es difícil designar los que merecen el nombre de verdaderos descubrimientos. La destilacion del *álcali volátil* de los huesos y la formacion de la sal amoniaco por su mezcla con el espíritu de sal; la preparacion del sulfato de ammonia ó su *sal secreta amoniacal*; su conversion en sal amoniaco comun destilándola con la marina; el vitriolo azul; el ácido *acético*, ahora pirolignoso, sacado de la destilacion de la madera; otras sales usuales en las artes y medicina; el espíritu de sal ó ácido muriático; el sulfato de soda ó su *sal admirable*, por las exageradas virtudes medicinales que le atribuia; en fin, la descripcion y aun invencion ó mejora de muchos aparatos destilatorios, del llamado ahora de Woulfe y de algunos hornos químicos: son, entre otros muchos, los mas importantes trabajos que la química le debe. Glauber es sin duda el mas instruido, mejor experimentalista y meritorio químico de su siglo. En su folleto titulado « Consuelo de los navegantes, » escrito como él dice, para la salud, comodidad y alivio de las privaciones que sufren los que navegan en bien de su pais, descubre bien los caracteres del sabio y del filósofo benévolo. Sus consejos sobre el uso del *malt* ó cebada germinada y del ácido muriático para apagar la sed y conservar la salud á bordo de los buques en largos viajes, aunque reclamados hoy dia como nuevos des-

ubrimentos, de derecho pleno le pertenecen. El fue, como dice Brande, de los pocos sabios vaciados en el verdadero molde de un químico experimental: y á haber florecido en mejor época, habria sin duda realizado la cminencia de Scheele y de Priestley.

En el último tercio del mismo siglo XVII se presenta la Real Sociedad de Londres, patentada por Carlos II en 1662. Despues de las agitaciones y desastres de la guerra civil y de la usurpacion militar de Cromwel, restablecida la calma de la Inglaterra con la restauracion de aquel monarca, todo se presentaba propicio para el cultivo de las ciencias. La sociedad que acababa de fundarse incorporando en su seno los mejores matemáticos y físicos, dió aliento con esto á los demas miembros; y con sus esfuerzos asociados, salió bien pronto de la debilidad de la infancia. Permítaseme referir dos rasgos prominentes en la historia de aquel cuerpo literario, que no deben perderse para nosotros. El uno es que en el número de sus mas activos promovedores hubo algunos, cabezas de partidos ó prominentes partidarios de las revueltas políticas, que buscaron el descanso y consuelo de sus pasadas inquietudes y angustias, en el dulce y tranquilo seno de las investigaciones filosóficas. Y el otro, bien consolatorio para nosotros, que al fin del siglo antepasado los trabajos mui pequeños de esta corporacion científica se estuvieron publicando por sus secretarios Oldenburgh, Grew y Hooke por mas de quince años, cuando este último suspendió su publicacion por falta de venta, la que tuvo que asegurar el doctor Plot haciendo que cada miembro se comprometiese á tomar sesenta ejemplares de cada número. Tales fueron los débiles principios de la mas respectable sociedad científica de los tiempos modernos, un siglo y medio há, en la industria, civilizacion y riqueza de la Gran Bretaña.

Casi al mismo tiempo, esto es, en 1666, fundó Luis XIV la Real Academia de las Ciencias de Paris, y estas dos ilustres corporaciones fueron los focos de los conocimientos físicos de aquella época. Boyle, Hooke y Mayow pertenecieron á la sociedad inglesa; Homberg, Geoffroy y los dos Lemery, se distinguieron como químicos en la Academia francesa.

Roberto Boyle, uno de los mas ilustres físicos, fué presidente de la primera; y si es cierto que con sus voluminosos escritos enriqueció poco la química, con todo, por su admirable sagacidad en muchas importantes investigaciones, por aquella perseverancia y tino feliz con que obligaba á la naturaleza á revelar sus arcanos, por la fidelidad en archivar el resultado de sus trabajos y su franqueza en comunicarlos, por su probidad, integridad, desinterés y el celo sin afectacion que mostró por el adelantamiento de las ciencias, por su carácter amable y juicio recto, merece mui bien la opinion que de él ha formado un escritor inglés, como un agregado de todas las virtudes y distinguido por sus investigaciones en todas las ciencias.

El doctor Hooke, con un carácter moral mui diferente del de Boyle, fué acaso superior á él por sus descubrimientos é investiga-

ciones profundas. En su « Micrografía » despliega no solo la sagacidad del filósofo experimental, sino el entendimiento justo de un admirable pensador. Sus siguientes máximas dan en pocas palabras todas las reglas de cultivar propiamente las ciencias experimentales. Al contemplar los errores arraigados en las ciencias, con razon los atribuye á la limitacion de los sentidos, á la precipitacion del entendimiento y á la infidelidad de la memoria, y notando que estos defectos pueden obviarse metodizando estos poderes y haciendo que se auxilién entre sí, enseña á seguir la huella de la naturaleza, no solo en su marcha ordinaria, sino hasta en sus vueltas y rodeos. Él cree que la reforma de la filosofía debe fundarse tanto en los esfuerzos del entendimiento, en los métodos rigurosos y en las investigaciones profundas, como en una mano diestra y justa y en un ojo leal, para examinar y archivar los fenómenos, tales cual realmente suceden, con una rígida circunspeccion en la admision de los resultados: con severidad para comparar, calma en discutir y justa reserva y moderacion en determinar. Sométanse, dice, los servicios de las facultades inferiores, al entendimiento, como á un superior liberal, no como á un tirano, sin usurpar ninguno de sus deberes ni prescindir de ellos: vigile sobre la irregularidad de los sentidos, pero sin anticiparse á ellos, sin entorpecer su uso, sin ir, en sus observaciones por ellos, mas allá de lo que ellos alcanzan. Examine, ordene y metodice las ideas que la memoria archive; pero distinga las recogidas con imparcialidad y exactitud, de las equivocadas, visionarias y extravagantes, que á veces atesora. Hooke fué el eco de Bacon en los medios de investigar las ciencias.

Sobresalen entre las investigaciones de Hooke las que hizo sobre los fenómenos de la combustion, admirablemente sagaces y atrevidamente separadas de las nociones recibidas. Segun los principios de Basilio, Valentino y Paracelso, atribuíase la combustion á la presencia de un principio ígneo, mui sutil, que espandecido y agitado por el calor, producía la llama y el fuego. (Este era el *azufre*, uno de los tres principios químicos de aquel tiempo). Llamábase *cal* á un metal que expuesto al fuego perdía su brillo y tomaba la apariencia de una tierra (lo que ahora se llama *óxido*); y explicábase esta trasformacion por el sacudimiento, vibracion y trastorno intestino, que en las partículas del metal hacia el principio sutil al desprenderse por la accion del calor. Desde 1630 habia aparecido en Francia un artículo sobre el aumento de peso que el plomo y estaño adquirían por su calcinacion. Le Brun habia observado esto en el estaño y consultado al doctor Juan Rey, quien le habia dado su opinion, atribuyendo esplicitamente este aumento de peso á la fijacion del aire. Boyle, en sus experiencias con la máquina pneumática, que habia perfeccionado y puesto en uso comun; y Hooke, en sus investigaciones sobre la combustion, habian demostrado no solo la parte importante que en ella tiene el aire atmosférico, sino que anticiparon los descubrimientos que se han hecho al fin del siglo

pasado. Boyle notó que las velas, el carbon, azufre y demas cuerpos combustibles no ardan en el vacío de la máquina pneumática; que apurado este vacío, la pólvora no se inflamaba por el choque del eslabon sobre el pedernal, lo que atribuyó mui bien á la falta de la inflamacion del hierro por la colision, pues calentando la pólvora por la lente ustoria, daba explosion, de donde sagazmente concluyó que el nitro de la pólvora suministraba el principio que existia en el aire. Hooke averiguó que en la fábrica de carbon, cesaba la combustion de la madera, excluyendo enteramente el aire atmosférico: de donde infirió que el aire era el disolvente general de los cuerpos inflamables y que su disolucion engendraba calor, como otras muchas disoluciones; que esta disolucion se hace por una sustancia mezclada con el aire, mui semejante á la que se halla fijada on el salitre; *que al quemarse el cuerpo, una parte pasa al aire y otra es insoluble*; que la parte disolvente del aire es poca y que á la manera del alcohol mezclado con mucha agua, pronto pierde su qualidad solutiva, mientras que el nitro, abundando en principio disolvente, con prontitud y violencia consume un gran cuerpo sulfuroso; y que así tambien como cualquier otro disolvente, pronta y abundantemente renovado, el aire renovado por un fuelle, pronto disuelve el cuerpo combustible, como el nitro. De todas estas premisas, Hooke dedujo que no existia tal *elemento del fuego*, y que la llama era el resultado de la accion de uno de los principios de la atmósfera sobre las partes volátiles de los cuerpos combustibles.

Juan Mayow ilustró las ideas de Hooke sobre la influencia del aire en la combustion en una obra (« Tracts on various philosophical subjects ») posterior á la « Micrografia » de Hooke, aunque anterior al « Lampas, » otro escrito de este mismo autor acerca de los fenómenos de la combustion.

El talento y la sagacidad de Mayow en este punto, merecen una mencion distinguida, porque no solo fué émulo de Hooke en las investigaciones sobre la combustion, sino que fué el primero que hizo y publicó observaciones importantes sobre la respiracion, estableciendo la aplicacion trascendental de la filosofia experimental á la fisiologia. Él echó las bases del sistema de las afinidades, fundamento el mas importante de la filosofia química. Murió demasiado jóvon, á la edad de treinta y cinco años, honor de su época y de su país, Cornuallos, en Inglaterra; apenas conocido, en la casa de un boticario en Lóndres. Con mas proteccion y estímulos habria sido uno de aquellos espíritus prominentes, que mui de cuando on cuando aparecen en la historia de los conocimientos.

Sus experiencias sobre la analogia ó identidad entre la respiracion y la combustion, son mui notables. Hizo arder una vela debajo de un recipiente y notó que el aire se hacia cada vez peor para la combustion; encerró un raton en el recipiente y notó que el aire se deterioraba igualmente, y que el animal necesitaba la renovacion del aire; puso un raton y una vela debajo del mismo reci-

piente y notó que el animal solo vivia la mitad del tiempo que cuando habia estado solo; hizo arder una vela en aire contaminado por la respiracion, y despues de estas experiencias concluyó que las partículas nitro-aéreas eran absorbidas por la vela y por el animal. Examinó el aire residuo de la combustion (*) y lo halló ménos pesado que el atmosférico, no absorbible por el agua é inútil para la combustion (propiedad del azoe): pero, sobre el agua, disminuía de volúmen (absorcion del ácido carbónico) lo que él atribuía á pérdida de elasticidad: como esta acompañaba siempre á la falta de poder para sostener la combustion, ó falta de partículas nitro-aéreas, creía que recuperando estas, volvería á adquirir su elasticidad. Prevalencia en su tiempo la idea de que la respiracion enfriaba la sangre; pero observando él que las partículas nitro-aéreas ó de aire-de-fuego eran esenciales para la llama y el fuego, consideró su absorcion como íntimamente ligada con el calor de la sangre. Extrajo aire de la sangre con la máquina pneumática, y aseguró que la arterial daba mas que la venosa.

En el departamento de las causas y efectos de la mutua accion, ó como despues se llamó, afinidades de las diversas sustancias, fué asombrosamente sagaz. Prevalencia antes de él la hipótesis de que la combinacion dependia de la forma de las partículas; y se creía que un ácido unido á un álcali, formando una sal, se aniquilaban y producian un nuevo cuerpo en que ellos no se hallaban. Mayow conoció este error: viendo que unido el espíritu de sal (ácido muriático), con la sal volátil (ammonia), resultaba la sal amoniaco sin las cualidades de ácido ni de álcali; y que destilando esta sal con la de tártaro (carbonato de potasa), se desprendia la sal volátil con todos sus primitivos caractéres, infirió que el espíritu de sal tenia mas atraccion por la sal de tártaro que por la volátil. Del mismo modo halló que los ácidos no se destruian en las combinaciones salinas: notó que el aceite de vitriolo destilado con el nitro desalojaba el ácido nítrico y quedaba en la retorta tártaro vitriolado; y decia, que si el nitro calentado no dejaba escapar el ácido, era por la atraccion de este por el tártaro. Así siguió este sagaz experimentalista ensanchando sus descubrimientos y la teoria trascendental de las afinidades. Notó la descomposicion de las combinaciones de azufre y tártaro, y de azufre y antimonio por medio de los ácidos, y atribuyó esto al desprendimiento del azufre por la mayor atraccion que el ácido tenia con el otro cuerpo. Observó que el ácido vitriólico unido con el tártaro hacia efervescencia; pero que el ácido unido ántes con un metal, como en las alcaparrosas, no la hacia, y concluyó que en el segundo caso el metal retenia el ácido del tártaro, que en el primero se desprendia: esto es, describió claramente una doble descomposicion. Lo mas favorable y honroso á Mayow fué que Newton

(*) Recogido sobre el agua.

adoptó sus ideas, y aun su lenguaje: el bosquejo, que con mano maestra trazó este gran filósofo sobre la teoría de la atracción química, en las *Cuestiones* anexas á su tercer libro de Óptica, está escrito casi en el mismo lenguaje y sentido de su predecesor Mayow.

Veamos algunos de los fenómenos explicados por Newton. Si el carbonato de potasa (entonces sal de tártaro), delicuesce en el aire, es, decía él, por su atracción con la humedad del aire. Si la sal comun y el nitro no delicuescen, es por la falta de la misma atracción. Él explicó la descomposición de la sal comun y del salitre, con el ácido vitriólico, por la atracción de este ácido con la base de las dos sales, mayor que la que tienen los otros ácidos. Cómo se verifiquen estas atracciones, añade, no es de este lugar considerarlo; lo que llamo atracción puede ser el resultado del impulso ó de cualquier otro medio que me es desconocido. Usó de la palabra atracción para indicar una fuerza por la cual los cuerpos tienden los unos hácia los otros, cualquiera que sea su causa. La plata, continúa, es separada del agua fuerte por el mercurio, este por el cobre, que es precipitado por el hierro. De donde debemos sacar la conclusión, que los trabajos y experiencias de Mayow y las sagaces concepciones de Newton, hicieron desaparecer la antigua teoría de la diversa figura de los átomos de la materia, de ganchos, anillos, puntas, cuñas, etc., delante de la simple exposicion de los hechos. Con razon se ha creido que el carácter de los escritos de Newton (y esto pertenece tambien á Bacon), es haber anticipado verdades y descubrimientos cuya demostracion se podia hallar solo en los progresos de la investigacion práctica y de la experiencia. Con solo los esfuerzos de su sagacidad y penetracion, conjeturó que el diamante se componia de una materia inflamable; sospechó, la existencia de un elemento inflamable en el agua; y en su sistema de ideas sobre la atracción química, avanzó la noción prematura, no ménos admirable, de la conexión entre la atracción química y la eléctrica. Las atracciones, dice, de la gravedad, magnetismo y electricidad, se ejercen á distancias tan sensibles, que no era posible se ocultasen al ojo mas vulgar; mas hai otras que obran á distancias tan pequeñas, que nada tiene de extraño que no se hayan observado: acaso la atracción eléctrica obra en pequenísimas distancias, sin necesidad de friccion que la excite.

En la Academia de Ciencias de Paris se distinguieron al mismo tiempo: Homberg, como químico experimental, descubriendo, entre otras cosas, el *ácido borácico* ó su *sal sedativa* y el *piróforo*; Geoffroy, contribuyendo mucho á la química farmacéutica y compilando la primera farmacopea de Paris; y los dos Lemery, célebres por sus descubrimientos en química y farmacia.

Al mismo tiempo que Hooke, Boyle y Mayow trabajaban en Inglaterra sobre los fenómenos de la combustion, deduciendo sus principios de los resultados de la experiencia; en Alemania, Becher y Jorje Ernesto Stahl, se ocupaban de la misma materia, preparando

la teoría del *Flogisto*, un sustituto del principio elemental del fuego en la teoría de los antiguos. Becher en su *Physica subterranea* anticipó la teoría ígnea, que hoy prevalece en geología, estableciéndola sobre muchos fenómenos terrestres, con una precisión y verosimilitud comparadas con las sabias miras de Hutton y Playfair. Según él, los elementos químicos de los cuerpos eran aire, agua y tres tierras, una inflamable, otra mercurial, otra fusible: las tres tierras combinadas con el agua daban el ácido universal, *base* de todos los ácidos; la combinación de dos tierras producía los cuerpos lapídeos; y la de las tres en varias proporciones, los metales.

A fines del siglo XVII, la teoría del *Flogisto* de Stahl, que vivió de 1660 á 1734, publicada en sus obras « *Trescientas experiencias* » y « *Fundamenta Chimiae*, » recibió un ascenso universal y eclipsó los nombres de Hooke y Mayow por mas de medio siglo. Stahl, descartando la tierra mercurial de Becher, conservó como elementos el aire, el agua, la tierra y el fuego, ó su *Flogisto*, principio sumamente sutil, cuyo movimiento vibratorio constituye el fuego. Para formar un juicio de su teoría, cotejada con la de los químicos ingleses, basta observar que mientras estos reconocían como agente de la combustión un principio contenido en el aire atmosférico ó en el nitro, Stahl le suponía en el mismo cuerpo combustible: y mientras aquellos tenían por fundamento de su teoría la adquisición de un principio en la combustión, este hacia consistir esta misma combustión en su pérdida. El fósforo, por ejemplo, decía Stahl, por la combustión se torna ácido; luego el fósforo consta de flogisto que pierde y ácido. (Este ácido, calentado con carbon, que abunda en flogisto, reproduce el fósforo.) Lo mismo raciocinaba respecto de los metales calcinados, que suponía privados de su flogisto, que combinado con su tierra, los conservaba en su estado metálico. La teoría de Lavoisier, fundada en los descubrimientos de Scheele, Priestley y Black, echó por tierra la del flogisto, sostenida en los dos primeros tercios del siglo pasado, desarrollando la del *calórico* y restableciendo en cierto modo la de Hooke y Mayow.

IV

Para seguir las trazas de la fundamental doctrina de las afinidades químicas, es preciso separarnos un tanto del orden cronológico, para después volver á él y considerar los descubrimientos de la ciencia, en este orden, hasta los últimos tiempos.

Geoffroy, en 1718, inventó las tablas de afinidades, que adornan las obras de química. Considerando que el orden con que obran los cuerpos unos sobre otros, era siempre constante, estableció en principio: que los metales son separados de los ácidos por las tierras absorbentes, estas lo son por el álcali volátil y este por los álcalis fijos. Así fué que en la construcción de sus tablas puso un ácido á la cabeza de cada una y por su orden las bases, según sus afinidades.

Gellert y Limbourg, á mediados del pasado siglo, extendieron y perfeccionaron estas expresiones de las atracciones en forma de tablas: cuyas doctrinas acabaron de ser desarrolladas por Bergman hácia el último tercio del mismo siglo. Fué este sabio quien llamó electivas á las atracciones químicas, estableciendo que la fuerza con que cada sustancia se une á las otras con que se combina, es tan determinada, que puede representarse por cifras numéricas: que cuando á un cuerpo compuesto de dos sustancias se presentaba una tercera, con mas atraccion por una de las dos que la de estas entre sí, las dos que tienen mas atraccion se combinan y se separa la otra. De este modo explicó todas las descomposiciones y nuevas composiciones de las sales y demas sustancias: v. gr., el nitrato de magnesia descompuesto por el agua de cal. Sobre estos principios y ateniéndose solo á la experiencia, compuso Bergman sus tablas de atraccion por las vias seca y húmeda; de modo que á la cabeza estaba, por ejemplo, la plata y debajo el plomo, cobre, mercurio, bismuto, estaño y oro, por la via seca; ó el óxido de plata y despues los ácidos sulfúrico, oxálico, fosfórico, nítrico, tartárico y cítrico, por la via húmeda: indicando así el orden de atraccion de la plata con la primera serie y el de su óxido con la segunda.

Las opiniones de Bergman fueron admitidas como correctas, hasta que Berthollet, en 1803, publicó su «Estática química,» en que trató de revivir algunas ideas de la antigua teoría químico-mecánica, probando que la forma, el tamaño de las partículas y las masas, influian en el resultado de las mutuas acciones de los cuerpos. Esta teoría de Berthollet, por lo ménos en la influencia de las masas, fué recibida y se encuentra en casi todos los sistemas y elementos de la ciencia, hasta el primer lustro de este siglo. El profesor Pfaff de Kiel, sir Humphry Davy y otros sabios desenvolvieron las equivocaciones que contenia. La barita, decia Berthollet, por su atraccion con el ácido sulfúrico, descompone el sulfato de potasa; mas si se añade una gran cantidad de potasa á una pequeña de sulfato de barita, la masa influirá en la composicion y se formará sulfato de potasa, precipitando la barita. Davy mostró el origen del error, haciendo ver que la potasa en ningun caso ejercia accion alguna sobre el sulfato de barita; mas cuando la experiencia se hacia en vaso abierto, el ácido carbónico de la atmósfera se combinaba con la potasa, que obraba entónces por una afinidad compuesta sobre el sulfato de barita. Pfaff trató de refutar esta doctrina de la influencia de las masas, de una manera decisiva: él demostró que el tartrato de cal se descomponia completamente por el ácido sulfúrico añadido en cantidad exactamente necesaria para saturar la cal; y que lo mismo sucedia con el oxalato de plomo y al ácido sulfúrico. Así es que estas nociones de la teoría de Berthollet sobre la influencia de las masas, fueron entónces desechadas por la teoría atómica ó de las proporciones definidas. En este luminoso y feliz sistema han tenido parte todos los químicos eminentes de Europa; mas parece que sus

fundamentos fueron echados por Guillermo Higgin, de Dublin, desde antes de 1789 y que sus hechos principales se hallan en su « Cuadro comparativo de las teorías flogística y antiflogística, » que fué entónces publicado y en las « Experiencias y observaciones sobre la teoría atómica, » que vió la luz pública en 1814.

En el mismo principio de este siglo, el doctor Richter, de Berlin, publicó su « Geometría de los elementos químicos » con una serie de tablas expresivas, por peso, de la proporción de cada ácido, capaz de saturar cien partes de base. Observó que en todas las tablas las bases y los ácidos seguían el mismo orden, y que los números expresivos de las proporciones ó cantidades por peso, en cada una, formaban una serie en que tenían entre sí la misma razón. Por ejemplo: en la tabla de los sulfatos, suponiendo que 100 partes de ácido sulfúrico se saturan con 100 de sosa, 200 de potasa y 300 de barita, en la tabla de los nitratos, hallaremos las bases en la misma razón de 1 : 2 : 3. De manera que cuando dos sales neutras se descomponen entre sí, las otras dos sales que resultan son también neutras: porque las mismas proporciones de bases que saturan una cantidad determinada, por peso, de un ácido, también saturan otra cantidad determinada de otro ácido: así se pueden representar numéricamente estas cantidades respectivas de los ácidos y de las bases. Sobre estos principios se han formado las tablas que vemos en las obras elementales: y sobre ellos fundó el ilustre doctor Wollaston su regla logométrica de equivalentes químicos, por el principio de la alidada de Guntor, regla que simplifica tanto los trabajos del químico práctico. Dalton en Inglaterra y Gay-Lussac en Francia, han ilustrado considerablemente esta teoría, que hoy forma la parte más bella é importante de toda la ciencia.

Pero volvamos al orden cronológico y examinemos los progresos de la química en el siglo XVII. Esta era fué fecunda en progresos importantes, si no en la química propiamente dicha, á lo ménos en otros ramos filosóficos de que esta ciencia reportó grandes ventajas. La observación de los fenómenos del calor, el modo de medir sus grados, los progresos en la construcción del termómetro, directamente la concernían. El holandés Cornelio Drebbel, y más propiamente, Santorio de Padua, hacía el primer tercio de este siglo inventaron el termómetro, que llenaron de aire; mas este instrumento por demasiado variable y sensible, no bastaba para los usos que ahora tiene. Los académicos del Cimento ó de Florencia, lo usaron en la forma que actualmente le dan, lleno de espíritu de vino; pero por falta de extremos fijos en la escala, era esta indeterminada y vaga: su punto inferior era el del agua congelada; pero sabemos que este varía, así en el momento de la congelación, como después y en los grados inferiores en que ella puede estar.

El doctor Halley, según dice el doctor Martine, fué el primero que fijó el punto del agua hirviendo como el último de la escala, cuidando de tomarlo bajo una misma presión atmosférica, que es la

de treinta pulgadas del barómetro, bajo la cual se graduán todos los termómetros. Newton usó los dos puntos, de la congelacion y el hervor del agua, como los extremos de la escala; mas se valió del aceite de linaza, líquido demasiado viscoso, para llenar su termómetro. Halley fué el primero que usó el mercurio, que por su expansion igual, su evaporacion difícil aun cerca del calor rojo y su congelacion solo á un lado extremo de frio, es superior á todos los demas líquidos. Desde entónces solo se trataba de graduar las escalas de modo que todos los instrumentos, en iguales circunstancias, se correspondieran: de aquí la escala termométrica de Fahrenheit, de Inglaterra, que marca 32° en el yelo fundente, y 212° en el agua hirviendo; la de Reaumur, usada frecuentemente en Alemania, con sus dos puntos en 0° y 80° marcando los dos mismos grados; y en fin el centígrado, ó de Celsius, usado universalmente en Francia, entre 0° y 100° , que es sin duda el mejor de todos.

Otro fenómeno de física, tambien concierne á la química, la dilatacion del agua al congelarse, contra lo que sucede respecto de los demas líquidos, que se contraen, fué estudiado por los académicos del Cimento. Ellos llenaron de agua un matraz de cuello largo, y lo pusieron en yelo: á la primera impresion de frio el agua se elevó súbitamente, despues bajó por grados, quedó estacionaria y últimamente volvió á subir de un modo tambien gradual al principio y despues repentinamente. Muchas y exactas experiencias han establecido de un modo completo esta peculiaridad del agua, esto es, que mientras todos los líquidos tienen su mayor grado de contraccion inmediatamente antes de su congelacion, el agua por el contrario se dilata ántes de helarse, de modo que á 32° ocupa mas volúmen, y por tanto, es mas ligera que á 40° : lo que explica por qué los carámbanos de yelo sobrenadan en el agua menos fria; y por qué las porciones superficiales, que comunmente son las primeras que se yelan, quedan en la superficie. Tambien establecieron los mismos académicos el diverso tiempo que necesitan los vasos que contienen los líquidos para hacer congelar ó deshelar el agua, ó lo que ahora se llama su diversa conductibilidad de calórico, desde el plomo y estaño, hierro y laton, hasta el oro y la plata, que es el metal mas conductor: lo que un siglo despues ha sido determinado por el doctor Ingenhouse.

Los mismos sabios trabajaron tambien en investigaciones que algo contienen sobre la reflexion, radiacion y refraccion del calórico: y es curioso notar en sus experiencias la mencion de la reflexion y radiacion del frio. Pusimos, dicen, una gran masa de yelo delante de un espejo, que hizo bajar inmediatamente el termómetro; cubrimos este espejo y ya no bajó, sin que podamos decir cuál fuese la causa.

De estas experiencias concluyeron Muschenbroek y Mairan, que el frio no era solo la ausencia del calórico, sino que consistia en distinta materia, de propiedades particulares: de aquí la teoría de las

partículas frigoríficas de naturaleza salina, flotantes en el aire ; teoría que todavía hoy es acatada por algunos sabios, pero que no es preciso admitir, porque todos los hechos se explican muy bien por la igual distribución del calórico, que hace que el curso de esta materia sea, en la llamada radiación del frío inverso del de la radiación del calórico : porque los términos de calor y frío son relativos, v. g., en una atmósfera caliente á 400°, el agua hirviendo radiaría frío, esto es, atraería calor ; y viceversa, el hielo á 32° radiaría calor en una atmósfera muy inferior al frío de la congelación.

Sobre los fundamentos echados por Basilio Valentino, Paracelso, Glauber y otros, hasta el siglo XVII, continuados con admirable diligencia por Hooke, Boyle, Mayow y otros, es que, recogiendo sus importantes hechos, dándoles sistema y analítica clasificación, sus sucesores del siglo pasado y el presente han levantado el magnífico edificio de la ciencia. Lo más útil de ella, sus importantes aplicaciones, fueron desde entonces objetos de observación y experiencias. Glauber indicó muchas de sus aplicaciones á la agricultura, la medicina, las manufacturas y economía doméstica. Valentino y Van Helmont demostraron la necesidad de estudiar la farmacia por los principios de la química (*). Examinando las importantes generalizaciones de la ciencia, particularmente las teorías bellas de la combustión y acidificación, de la ilustre escuela francesa en el último tercio del siglo pasado, hallamos que muchas de sus ideas fueron, como hemos visto, anticipadas por Boyle, Hooke, Mayow y el inmortal Newton, cien años antes de Lavoisier ; mas el mérito de los trabajos sistemáticos de este ilustre y desgraciado sabio y de sus compañeros, queda intacto, á pesar del que también les cabe á aquellos : porque estos acaso no conocieron sus trabajos, ó si los conocieron fué como rayos de luz esparcidos, que necesitaban ser concentrados en un foco para dar cuerpo y esplendor á la ciencia, haciéndola más accesible y generalizarla.

SIGLO XVIII.

Grandes fueron los progresos de la ciencia en el siglo pasado : la química pneumática fué casi totalmente creada. Sin el conocimiento de los cuerpos gaseosos, poco se podía adelantar en el análisis. Aunque mucho se debió, como queda dicho á Mayow, el título de fundador de la química pneumática toca al doctor Estéban Hales de Kent, que vivió en los dos tercios primeros del siglo pasado. En el primer tercio publicó sus « Ensayos estáticos, » uno sobre la historia natural de la vegetación, para el uso de los dedicados al cultivo y mejora de los jardines ; otro, que es una muestra de ensayo sobre el análisis del aire, con muchas experiencias químico-estáticas. El doctor Hales empleó varios métodos de recoger y examinar los productos gaseosos de varios cuerpos, ya poniendo las sustancias en un pedestal debajo de un recipiente sobre el agua, ya

(*) Paracelso contribuyó á esta reforma.



colocando la sustancia en una retorta de hierro con un cañon de escopeta encorvado, cuando el desprendimiento del gas necesitaba de fuerte temperatura, recibiendo el gas en un aparato pneumato-químico. Es preciso confesar que Hales era mas impaciente de hacer las experiencias, que sagaz en deducir útiles conclusiones. Así es que á pesar de haber extraido muchos gases, dejó escapar el mérito de muchos descubrimientos, atribuyendo las cualidades diversas de estos gases al vicio del aire: quemó el fósforo, notó que absorbía aire y daba humos blancos, mas desatendió el resultado: del mismo modo pasó por encima del descubrimiento del gas hidrógeno, sacado del hierro con ácido vitriólico y agua. Hizo muchas experiencias sobre el aire en la respiracion, conoció que al cabo de tiempo se hacia nociyo para continuarla; mas dejó escapar el descubrimiento, atribuyendo los malos efectos del aire en que mucho se respira á vapores groseros sulfurosos que le impregnaban. Cuando, respirando el aire de una vegiga adonde iba á parar un tubo de comunicacion por donde resollaba, observó que se hacia capaz de sostenerla mas tiempo poniendo pedazos de lienzo de lana con agua y mucho mas con potasa cáustica, esto es, tártaro mui calcinado, (como él la llamaba): dijo que los vapores sulfurosos eran absorbidos: esto es, sustituia en sus ideas y lenguaje estos vapores al ácido carbónico; y lo mas extraño es que, aunque en el curso de sus experiencias con la respiracion y aun la combustion de varios cuerpos, recogiendo los vapores que llamaba sulfurosos, conoció que habia aumento considerable de peso en el agua y tártaro calcinado que empleaba; sin embargo, no dedujo consecuencia alguna.

Las experiencias de Halles sobre el movimiento de la savia en los vegetales, prueban sin duda mucha mayor sagacidad. Él se propuso averiguar la pérdida de humedad por la traspiracion de las hojas, para lo cual sembraba la planta en una caja cerrada, excepto el punto por donde salia el tallo; y conocido el peso de la caja con la tierra y el del agua con que diariamente la regaba, inferia la pérdida por la traspiracion. Despues quiso averiguar la diferencia do traspiracion de un ramo con hojas y otro sin ellas, obteniendo por resultado la mucha mayor traspiracion de aquel que de este, y el gasto proporcional del agua del riego en los dos. Dedujo de sus experiencias que las hojas son los órganos principales de la traspiracion de las plantas; que esta traspiracion contribuye mucho al ascenso de la savia, así como las hojas mui crecidas al tiempo de la inflorescencia y fructificacion contribuyen á forzar á ellos la savia, lo mismo que los cotiledones á conservar la humedad hasta nutrir bien la plúmula y radícula: que la demasiada humedad acumulada es una causa de enfermedad para las plantas, porque deteniendo el curso de la savia por la falta de traspiracion, la deja estancar y produce la aljorra y otras enfermedades de los vegetales. Explicó por los mismos principios la cualidad siempre-viva de las plantas de verdor perpetuo, cuyo fenómeno dependia, segun él, de la poca absorcion de humedad por

la raíz y por la poca traspiracion por las hojas, v. g., en el cedro del Líbano, en el *ilicx* ó encina siempre verde, el pino, el alerce, etc., observándose esto en las plantas que viven con mui poco alimento: analogía singular con los animales que se mantienen mucho tiempo sin comer ni beber, v. g. los morrocayos, las tortugas y demas testáceos, muchos insectos, etc.

Despues de averiguada la continua traspiracion de los vegetales, procedió á examinar el producto de ella poniendo las plantas en un alambique: y notó que la materia de la traspiracion, aunque de diversas plantas, diferia poco entre sí. Mas nada es comparable con el bello experimento que Hales hizo para probar la absorcion ó imbibicion de las raíces de las plantas. Tomó un ramal de una raíz y lo adaptó á un tubo de vidrio lleno de agua y en comunicacion por el otro con mercurio: de modo que toda absorcion del agua en el tubo vertical, causaba un vacío que debia llenar el mercurio á la manera de su ascenso en el tubo barométrico. En media hora se habian absorbido cinco pulgadas, que habia llenado el mercurio. Este subia cuando el sol estaba caliente y brillante, bajaba algo á la noche y volvía á subir el dia siguiente: tambien bajaba cuando llovía. Mas cinco pulgadas de mercurio equivalen en peso á 68 pulgadas de agua, lo que hace formar una idea de la fuerza de imbibicion. Tambien hizo la experiencia y conoció los efectos de descortezar parcialmente los árboles para el incremento de las hojas y frutas: lo que atribuyó, no á la permanencia de la savia descendente que volviere abajo en menor cantidad, sino á la poca savia ascendente que subia y que por tanto iba mas elaborada. Por último, se propuso examinar la cantidad de gases que las plantas arrojaban; sin conocer ni investigar la diferencia de estos gases. Estas investigaciones desarrolladas por Duhamel, Knight y otros, han echado los fundamentos de la fisiología vegetal, ahora tan cultivada.

V

El ilustre Boerhaave, de 1668 á 1738, profesor de Leyden, contemporáneo de Hales, fué el primer médico de su tiempo y tambien un gran botánico: tuvo ademas como químico una prominente reputacion, acaso en nada inferior á la de médico. «Cultivó, dice Johnson, la química con todo el ardor de un filósofo, cuya industria era incansable y cuyo amor á la verdad no permitia fiarse de las nociones ajenas.» «Sus escritos hacen todo elogio inútil: porque es imposible leerlos sin admirar la extension de los conocimientos y reverenciar las virtudes del autor.» Sus investigaciones fueron casi de la misma naturaleza que las de Hales, esto es, sobre los gases extraidos de los vegetales y animales. Atribuyó la elasticidad del aire á su union con el fuego y *consideró su materia ponderable capaz de combinaciones químicas*: aquí tenemos un bosquejo de la

teoría de la combustión. Mas no conoció las diversas cualidades de los gases. Sus «Elementa Chemicæ» se presentan airosamente al lado de sus aforismos de medicina.

Llegamos á la época brillante en que la química se ostenta caracterizada con el método clásico de una ciencia: estableciendo principios, clasificándolos, llenando los cuadros de nociones, dando a todo el edificio distribución y simetría; á la vez que ensanchando su campo con nuevos descubrimientos, mientras la depuraba de hechos inútiles é hipotéticas teorías. Esta es la de la última mitad del siglo pasado.

Black, Bergman y poco ántes Hoffman, lucen en ella como luminarias, á la vez que Cullen, Macquer, Meyer, Macbride, Brownrigg y otros subalternos aparecen mas apagados por el esplendor de los primeros. El ilustre Lavoisier con sus dignos compañeros de la escuela francesa; el inmortal Watt; Priestley y Scheele, al fin, representan tambien un primer papel en este cuadro histórico de la ciencia.

El doctor Black, hijo de padres escoceses, pero nacido en Francia á orillas del Garona y educado en Glasgow, siguió sus estudios médicos bajo la dirección del eminente doctor Cullen: le sucedió en la cátedra de medicina y química cuando este fué promovido á la clase de medicina en Edimburgo y en 1766, á los treinta y ocho años de edad, fué hecho profesor de química de Edimburgo: su atención á esta ciencia fué temprana, á pesar de su extensa práctica médica; su exactitud de raciocinio, la claridad de su dición, el bello adorno de sus lecturas, el incentivo de la ejecución fácil, atinada y sencilla de sus experiencias, llenó su clase de oyentes é hizo de la química, hasta entónces reservada á cierta clase de hombres de letras, una ciencia de moda. Dos clases de investigaciones llamaron su atención: las alteraciones de las tierras y álcalis por la calcinación y exposición al aire y su teoría del calórico latente. Stahl suponía que la conversión de la piedra caliza en cal viva, se debía á la absorción de ciertas partículas ígneas. Macquer y Meyer muy equivocadamente concebían que esta piedra al convertirse por el fuego en cal, adquiría (en vez de perder) un ácido acre. Las investigaciones de Hoffman acerca de la magnesia, pusieron al doctor Black en el camino de un descubrimiento: él (*) observó que la adición de un *álcali suave* (carbonato alcalino) á la sal de Epsom, precipitaba la magnesia en estado de efervescer cuando se le añadía un ácido; y que calentada la misma tierra hasta rusentarla, ya no daba efervescencia y además perdía mucho de su peso. Lo mismo observó con respecto á la cal: y de aquí dedujo que esta sustancia en vez de adquirir su acrimonia por la absorción de algun principio cuando era expuesta al fuego, por el contrario perdiendo uno de sus elementos en la incandescencia era que se ponía cáustica: él mezcló

(*) Black.

la magnesia comun (carbonato de magnesia) con un ácido en un matraz y recogió una cantidad considerable de un fluido elástico permanente; lo mismo hizo con la piedra caliza y los álcalis suaves, y llamó al gas que de este modo obtuvo, *aire fijo*.

Si Macquer y Meyer fueron desatinados en su teoría de la causticidad de las tierras y álcalis, no por eso merecen ménos que sus nombres sean mencionados con respeto en la historia de la química. Macquer, nativo de Paris, vivió de 1718 á 1784, participó de los errores de la escuela flogística, mas fué asiduo cultivador de los conocimientos químicos, como bien lo prueban sus « Elementos de Química teórica » sus « Elementos de Química práctica » y su « Diccionario de Química, » publicados hácia mediados del siglo pasado. El aleman Meyer, imbuido en la misma teoría flogística, atribuyó la causticidad de los álcalis y de las tierras á un principio que él llamó *Causticum* ó *Acidum pingue*: se puede decir que en el último tercio del siglo pasado, él fué el antagonista de Black en la doctrina teórica de esta parte.

Ni es posible silenciar el respetable nombre de Hoffman, sin duda alguna el mas célebre químico de su época, ó desde el último tercio del siglo XVII, al primero del siglo pasado. Sus escritos mui varios tienen mérito á la par que volúmen: nueve volúmenes en folio componen sus obras completas, médicas y químicas.

El doctor Macbride, irlandés, extendió las investigaciones de Black: observó que la cal viva expuesta al aire adquiria la propiedad de efervescer, y de aquí infirió que el aire fijo debia existir en la atmósfera; explicó las buenas calidades de la cal como abono, é introdujo algunas mejoras en el arte de curtir.

El doctor Brownrigg hácia el último tercio del siglo, se ocupó de estas mismas investigaciones: él concibió que un conocimiento profundo de los aires mefíticos de las minas que llaman *tufos* (*damps*), podia conducir al descubrimiento del principio sutil de las aguas minerales, y que las exhalaciones mefíticas llamadas *tufos sufocantes* (*choak damp*), (ácido carbónico: v. Pereira, *carbonic acid*) eran un fluido elástico permanente, que por sus experiencias tenia razon de asegurar que entraba como constitutivo de las aguas de Pyrmont, Spa, etc., que tenian un sabor punzante, llamadas por esto *acidulas*: y que en este fluido volátil consistia toda su virtud.

No fueron ménos importantes las investigaciones del doctor Black sobre el calor: ya Boyle y los académicos del Cimento habian reconocido dos fenómenos curiosos: primero, que el yelo, mientras se está fundiendo en agua, mantiene uniforme su temperatura, (32°); y segundo, que el agua hirviendo nunca adquiere una temperatura mas elevada que 212° del termómetro de Fahrenheit: de aquí se tomaron estos dos puntos fijos para graduar los termómetros.

Black siguió sus investigaciones y halló que un vaso con yelo, al grado de la congelacion ó á una temperatura inferior, puesto en un cuarto caloroso, ó al fuego, conservaba constantemente su tempera-

tura de 32° sin subir lo mas mínimo hasta no haberse derretido todo el yelo; y desde entónces su temperatura empezaba á elevarse y seguia calentándose con la aplicacion del fuego hasta llegar al grado de la ebullicion (212° F.) y que entónces la temperatura de la ebullicion quedaba estacionaria hasta evaporarse toda el agua. Así es que: primero hai un consumo, ó mas propiamente, una absorcion ó inversion de calor, que se hace *latente* (esto es, cesa de afectar el termómetro) en el desyelo del agua, ó en general en la conversion de los sólidos en líquidos, así como en la reduccion de los líquidos á vapor; y segundo, que en las conversiones opuestas, esto es, en la condensacion de los vapores y la congelacion de los líquidos habia por el contrario un desenvolvimiento de calor y su manifestacion termométrica.

Este era un gran paso para conocer las leyes del agente mas universal y poderoso de las reacciones químicas; el Dr. Black, no contento con el principio, quiso valuar los resultados. Así averiguó que conforme á la primera lei, si un volúmen de agua á 212° se mezclaba con otro igual de yelo á 32°, la mezcla marcaba 52°, en vez de 122° que daban volúmenes iguales de agua á 212° y *agua líquida* á 32° (siendo 122° la mitad de 244°, suma de 212° con 32°); porque en el primer caso, una cantidad de calórico, cerca de 140°, se gasta en deshelar el agua y los 72° restantes con los 32° del agua deshelada, en la suma de 104°, se comparten por mitad en ambos volúmenes, correspondiendo 52° á cada uno. Mas en el segundo caso, estando ambos volúmenes en estado líquido, el calor resultante debe ser y es igual á la mitad de la suma de ambas temperaturas

$$\frac{212+32}{2} = 122$$

Para verificar la cantidad de calórico necesaria para deshelar el agua, empleó un método ingenioso: tomó dos matraces iguales llenos de agua, heló la del uno y enfrió la del otro hasta 32° y los llevó á un aposento de una temperatura de 47°. En media hora el matraz de agua no helada, de 32° subió á 40°: luego adquirió 7° de calor en media hora; el agua helada necesitó 10½ horas para deshelarse y subir á 40°: luego recibió 21 veces 7° ó 147°. Luego la diferencia entre el calor tomado por el agua sin helarse y el tomado por el agua helada, fué de 140° y esta fué la requerida para deshelarla. Con estas nociones quedaron explicados muchos fenómenos: por ejemplo, por qué al licuarse un cuerpo, el azúcar, las sales, etc., hai frio, absorbiéndose calor de los cuerpos vecinos; y se entendió la teoria de las mezclas frigoríficas: se comprendió por qué la congelacion del agua produce calor en los cuerpos circunvecinos, lo mismo que cualquier líquido que pasa al estado sólido, ó las sales que cristalizan. El agua enfriada en ciertas circunstancias ocho ó diez grados bajo 32°, sube de repente á este grado al tiempo de congelarse.

No fué Black ménos feliz en sus investigaciones sobre los fenómenos del calor al formarse el vapor y al convertirse en líquido. Luego que un cuerpo llega al punto de la ebullicion, se va reduciendo á vapor, sin aumentar su temperatura, cualquiera que sea el fuego que se le aplique. Así es que todo vapor es un compuesto del líquido con el calor. Mas para averiguar la expresion termométrica del calor latente en el vapor, trató de conocer el tiempo necesario para elevar una cantidad dada de agua, al punto de la ebullicion; y continuó evaporándola toda por la aplicacion *constante* del calor, marcando tambien el tiempo necesario para esto; y multiplicando los grados del primer elemento de tiempo, por la suma de los tiempos necesarios para la total evaporacion, dedujo que la suma de calor era como 800°. Despues se ha averiguado que está entre 900 y 1000.

De aquí se desprende la explicacion de muchos fenómenos, v. g., por qué el termómetro humedecido con alcohol, éter, etc., baja mucho al tiempo de la evaporacion del líquido humectante y tanto mas cuanto mas volátil es este líquido; por qué en el vacío en que la evaporacion es mayor, la refrigeracion llega al grado de helar el agua (Cullen), mucho mas si se conserva el vacío por la absorcion del vapor, como con el ácido sulfúrico; ó por la reduccion á líquido en virtud de una mezcla frigorífica, como en el cryóforo de Wollaston, etc.

Todavía hai otro punto de vista mui importante por al cual el doctor Black gozará de una reputacion mui durable: y es que sus nociones sobre el vapor elastico y sobre los fenómenos de su formacion y condensacion contribuyeron mucho al bien público, como él mismo lo decia, sugiriendo á su amigo Watt de Birmingan, entónces en Glasgow, sus mejoras de la máquina de vapor.

Si, como es cierto, el ministerio de la Química es hacer progresar casi todas las ciencias y artes de aplicacion á los diferentes ramos de la industria para mejorar el bienestar del hombre y de la sociedad en general, el nombre de Watt debe ocupar un lugar mui prominente en la historia de esta ciencia, por la gran mejora de la máquina de vapor y su aplicacion vastísima al progreso de las artes, al movimiento de las máquinas y á los carruajes y buques de vapor. Este hombre afortunado, nacido en Greenock de Escocia, ha hecho un cambio asombroso en la condicion de la sociedad y en su civilizacion.

No es de este lugar discutir la parte que á él exclusivamente le toca de tan importante descubrimiento: muchos elementos preexistieron: la máquina se conocia ántes y aun habia sido aplicada; pero á él cupo la suerte de perfeccionarla y ponerla en estado de producir sus maravillas. Con razon se le considera como el mayor bienhechor de su país, á la vez que lo es en alto grado de todo el mundo civilizado. Hablando de James Watt, dice sir Walter Scott: «Fué un hombre cuyo genio descubrió los medios de multiplicar nuestros recursos nacionales hasta un grado que traspasa los poderes estu-
pendos del cálculo y la combinacion. Él ha sacado inmensos tesoros

de las entrañas de la tierra, trayéndolos á su superficie; ha dado al débil brazo del hombre una pujanza sin límites. A su voz se han levantado las manufacturas, como saltó el agua del desierto al golpe de la vara del profeta; él ha dado al hombre los medios de no hacer caso de aquellas vicisitudes del tiempo y las mareas, que en el orden de los fenómenos, están á una distancia inmensa de la voluntad humana. Él le hace viajar despreciando el viento que se burló del mandato y las amenazas de Jérjes. Este comandante poderoso de los elementos, este genio que estrecha los términos del tiempo y del espacio, este mágico que con su máquina nebulosa ha producido en el mundo un cambio cuyos efectos maravillosos, como ya son, no hacen mas que comenzar; este hombre era no solo muy profundo en ciencia, el mas feliz calculador de números y combinador de potencias en su adaptacion á los objetos prácticos, no solo uno de los hombres de instruccion mas general, sino tambien de los mas buenos y benéficos. A los ochenta y tres años de su edad, su atencion estaba á disposicion del que la buscaba y sus luces prontas para el que las necesitaba.» «Ningun otro hombre de su edad, (dice otro escritor no ménos respetable) tenia mas nociones ni mas variadas y exactas: poseia una comprension rapidísima, una memoria prodigiosa, un cierto poder mental de ratificar y metodizar, que extraia algo precioso de cuanto se le presentaba. El tesoro de sus conocimientos *misceláneos* era inmenso y todavia mas admirable el mando que sobre ellos ejercia. Su conversacion tenia todas las gracias de la familiaridad con la riqueza sustancial de las ideas; y lo que es mas plausible, á toda esta excelencia filosófica de carácter, reunió los deberes mas estrictos, las cualidades mas nobles de una piedad sincera y sin afectacion. Dando gracias á la Providencia por la exencion de enfermedades con que habia tenido la bondad de hacer jovial y serena la tarde de su vida, exhaló su alma en medio de la mas tranquila calma y pasó sin congojas, sin agonías, del seno de su familia á la mansion de Dios.» (A los 83 años de edad, de 1736 á 1819).

VI

En el orden cronológico de la ciencia hallamos al Dr. Priestley, nativo de Leeds en el norte de Inglaterra, en 1733, muerto en 1804. Él se dedicó peculiarmente á la parte pneumática de la ciencia. Los fundamentos de este importante ramo estaban echados ántes por Mayow, Hooke y Hales; mas Priestley, en el número de prácticos descubrimientos en este ramo, dejó atras á todos sus predecesores y contemporáneos: lo que es mas notable al considerar que él cultivó la química de un modo subordinado á otros estudios y mas graves ocupaciones.

Grande es el número de descubrimientos de sustancias y nociones prácticas, importantísimo el enriquecimiento que á la ciencia

dió de casi todos los aparatos que posee para el manejo de los gases. A él se debe la perfeccion de la cuba pneumática con su tableta corediza y demas sostenes de las campanas para recoger estas sustancias; los métodos de someter los animales y plantas á la accion de los diferentes gases; el aparato de mercurio para recoger los que se absorben por el agua; los métodos de medirlos, pesarlos, conocer su respirabilidad y someterlos á la accion eléctrica.

Sus investigaciones tuvieron por objeto:

- 1.º El aire viciado por la respiracion y combustion y el aire fijo.
- 2.º Su descubrimiento mas importante fué el del llamado por él *aire deflogisticado* (el oxígeno actual). Si se considera el grande y universal papel que esta sustancia desempeña en todos los ramos de la química, se apreciará sin necesidad de comento la entidad y trascendencia de este descubrimiento, hecho en 1774. Para esto usó del precipitado rojo de mercurio, que puso en un frasquillo lleno de este metal é invertido sobre una bacía tambien con este líquido, dirigiendo sobre el precipitado el foco de una lente ustoria. Con el calor de la lente se desprendió el gas con mucha facilidad; y despues de haber conseguido formar en el frasquillo varios volúmenes de gas, respecto del polvo usado, introdujo agua y notó que el gas desenvuelto *era indisoluble*. Se admiró al ver que una vela ardia en este gas con una llama mui viva, lo mismo, dice Priestley, que cuando arde en el aire nitroso (óxido nitroso), expuesto al hierro ó al hígado de azufre. El minio ó rojo de plomo, el nitro y otras sustancias dieron tambien aire deflogisticado (oxígeno). Con respecto á estas nociones, asombra la prevision sagaz de Mayow y Hooke, muchos años ántes, en su descubrimiento de las partículas aéronitrosas del nitro y del aire atmosférico, agentes de la respiracion, de la combustion y aun de la coloracion arterial de la sangre.
- 3.º El aire nitroso (óxido nítrico, deutóxido de nitrógeno) fué otro de los descubrimientos de Priestley. Este sabio notó que este gas mezclado con el aire deflogisticado se reducía á mucho menor volumen que con el aire atmosférico: y como la respirabilidad del aire estaba, segun parecia, en razon directa de dicha reduccion, infirió que el aire deflogisticado era un agente de la respiracion: lo que confirmó con una prueba de hecho poniendo un raton debajo de una campana con aire deflogisticado, en que vivió media hora, mientras que en la misma campana con aire atmosférico habia averiguado que solo podria vivir un cuarto de hora.
- 4.º El anticipó algunas aplicaciones útiles del oxígeno, sobre todo para producir un calor intenso, dirigiendo una corriente de él sobre un carbon ardiendo.
- 5.º Investigó la influencia de la vegetacion para corregir el aire contaminado con la combustion, respiracion y putrefaccion animal. Hallando que la vegetacion de una rama de yerba-buena no deterioraba el aire, la puso en un poco de aire ya deteriorado por la combustion, y á los diez dias ensayó la combustion de una vela en él y

notó que ardía muy bien. Para rectificar la experiencia puso la mitad de una porción determinada de aire viciado en una campana menor con una matita de yerba-buena y dejó la otra mitad sobre agua; y en varios ensayos halló que la vela ardía en la campana en que había vegetado la mata, mas no en la otra. Notó que lo mismo sucedía con la vegetación de otras plantas que sometió á la experiencia. Estas pruebas de la restauración parcial del aire por la vegetación de las plantas, aunque en una situación encerrada y preternatural, hicieron muy probable que el deterioro que continuamente sufre la atmósfera por la respiración de tantos animales y la putrefacción de estos y los vegetales, es reparado, por lo ménos parcialmente, por la vida vegetal: y que á pesar de la masa prodigiosa de aire continuamente corrompida por dichas causas, la profusión inmensa de vegetales sobre la superficie de la tierra, es un medio adecuado de reparación. Así es que como dijo el inmortal Franklin escribiendo en esta ocasión y con este motivo al doctor Priestley: « Es un sistema bien racional, una parte en armonía con el todo, que la creación vegetal restaure la parte del aire destruida por la animal. Así vemos que el fuego purifica el agua en todo el mundo, elevándola en vapor y dejándola caer en lluvia: y la tierra filtrándola por sus capas. . . . »

Siguiendo sus investigaciones notó que todas las plantas en cualquiera condición no bonificaban el aire: que era menester que estuvieran en una situación natural y saludable; y que algunas plantas ó partes de las plantas, contaminan en vez de bonificar el aire. ^c

6.º Después hizo el descubrimiento de la evolución de oxígeno de las plantas acuáticas, que crecen en agua impregnada de ácido carbónico: que la presencia de la luz era necesaria para este desarrollo, y que á la luz fuerte del sol el desenvolvimiento era muy rápido; que la temperatura caliente no influía mucho en esto y que las vejiguillas de algunos fucos (*fucus vesiculosus* ó sargazo) contenían aire mas puro que el de la atmósfera. Entonces dió razón de la necesidad de renovar el aire contenido en el agua para que los peces respiren bien y por qué los peces y otros animales no viven por mucho tiempo en agua pura privada de aire.

7.º El doctor Priestley con el hábito y destreza de examinar los gases sobre mercurio, conoció que era un gas el espíritu de sal (gas ácido clorhídrico), que Cavendish había obtenido mezclando cobre con el espíritu de sal, pero que por haberlo este sabio recogido en agua, fué todo absorbido.

8.º Después obtuvo el *gas alcalino*, de la sal amoniaco mezclada con cal viva: y creyendo que mezclando aquel gas con este, conseguiría un gas neutro, solo obtuvo una condensación inmediata, formándose sal amoniaco en estado sólido.

9.º No fué menor el empeño con que Priestley se dedicó á conocer la constitución de la atmósfera. El doctor Rutherford desde 1772 había descubierto en este aire un gas tan mefítico como el ai-

re fija, tan impropio para la respiracion y combustion como este; pero que no era como él absorbido por el agua de cal. A este aire llamó Priestley *flogisticado*, en contraposicion al oxígeno, eminentemente combustible y respirable, que él habia apellidado deflogisticado, tenazmente adherido á la teoria del flogístico. Él notó que mezclado el aire flogisticado (nitrógeno) con el aire nitroso, no era en grado alguno absorbido; mientras que el deflogisticado, con la misma mezcla, era completamente absorbido en el agua. De aquí proviene el uso importante del gas nitroso para la eudiometría.

No debe confundirse el *gas-nitroso-deflogisticado*, que es el protóxido de nitrógeno ú óxido nitroso ó gas regocijante de Davy, con el *gas nitroso*, llamado así por Priestley, que es el deutóxido de nitrógeno ú óxido nítrico, que se emplea en la eudiometría. El primero, *gas-nitroso-deflogisticado*, fué descubierto por Priestley; y el segundo, ó *gas nitroso*, llamado así por este sábio, estaba conocido desde Mayow, pero Priestley examinó y publicó sus propiedades y lo usó en su examen del aire atmosférico.

Muchos célebres filósofos, entre ellos Cavendish, Bergman y su discípulo y amigo Scheele, siguieron el camino trillado por Priestley y ántes diseñado por Boyle, Hooke, Mayow y Hales; y continuaron cultivando el nuevo ramo pneumático de la quimica, que Priestley habia hecho tan importante.

Bergman, nacido en Suecia en 1735, y muerto en 1784 á consecuencia de su intensa aplicacion al estudio, no solo examinó con zelo el campo ántes cultivado por su predecesor, sino que abarcó la ciencia con sus investigaciones, desde su mayor profundidad hasta su altura mas elevada. Bergman se puede llamar el inventor de la análisis química, con cuyo poderoso instrumento examinó los tesoros de la naturaleza. Su entendimiento estaba hecho para las ciencias experimentales, así es que hablando de su tiempo, dice: « Todavía existe una tendencia al cartesianismo; y si nos detenemos á considerar las causas, no es extraño que el espíritu humano se deleite con este método, pues por una parte, el experimental es dispendioso, trabajoso y lento y no todos los espíritus pueden soportarlo: unos carecen de instrumentos, otros de la necesaria destreza y el defecto mas universal es el de paciencia y perseverancia; de modo que si el experimento no sale al golpe se abandona con disgusto: el hombre por naturaleza es inclinado á la indolencia. Por otra parte, el método contemplativo favorece la creencia de adquirir fácilmente los conocimientos y la pretension de explicar los secretos de la naturaleza con facilidad y expedicion, halagando aquel amor propio de querer explicarlo todo y suponiendo que todo es accesible al entendimiento humano: lo que da pábulo con una lisonja agradable á la arrogancia y vanidad.»

En una ciencia que tiene por objeto investigar la composicion de los cuerpos, es claro que un sagaz y profundo analítico como

Bergman, contribuyendo á sus efectivos progresos, debe figurar de un modo prominente en el cuadro de su historia. La nocion de los reactivos, ó aquellas sustancias que descubren la presencia de otras, figura en los primeros progresos de la ciencia desde el tiempo de Boyle. Este filósofo habia notado el cambio de ciertos colores azules vegetales en rojo por la accion de los ácidos, y en verde por la de los álcalis; la turbidez nebulosa de las disoluciones de plata por su mezcla con la sal comun (cloruro de sodio), la coloracion negra de este precipitado por el hígado de azufre (sulfuro de potasio); y algunos otros hechos relativos al mismo objeto. En 1667 Duclos emprendió el exámen de las aguas de Francia. En 1686 Hierne hizo algunas experiencias sobre la misma materia en Suecia. Ambos prácticos habian usado de la agalla para descubrir el hierro y habian caido en la necesidad de examinar el residuo evaporado hasta la sequedad. En 1726 Boulduc habia usado del alcohol para precipitar algunas materias salinas indisolubles en este menstruo. En 1755 Venel demostró la existencia del aire fijo en las aguas minerales de Seltzer, Spa y Pymont. En 1769 Lane manifestó la solubilidad del hierro en el agua impregnada de aire fijo (ácido carbónico) y el método de imitar las aguas calibeadas ó ferruginosas. Por fin en 1772 Priestley publicó su método de saturar el agua de aire fijo. Mas el ensayo de Bergman sobre la análisis de las aguas minerales, es un monumento de verdadero progreso de la quimica-analitica: porque recogiendo los hechos dispersos de la ciencia, ilustrándolos y descubriendo muchos de los que existen, dió regularidad á este importante departamento de ella. El entra hablando de los principales accidentes que distinguen las diversas aguas minerales y despues trata de los principales reactivos y sustancias precipitantes que deben usarse para descubrir los principios que en su composicion suelen entrar. Estableció pues que:

1.º La infusion de tornasol es el reactivo mas delicado para los ácidos; y que un solo grano de ácido sulfúrico enrojece 408 pulgadas cúbicas de la tintura azul; que el papel colorido de tornasol y enrojecido por el vinagre destilado se vuelve á poner azul por los ácidos; que la tintura es mas sensible que el papel, pues este no se enrojece por el ácido aéreo (ácido carbónico) mientras que una parte de agua saturada de este ácido, enrojece cincuenta partes de la infusion de tornasol.

2.º La tintura de Brasil se pone azulada por los álcalis y produce su efecto con ménos de un grano de sosa cristalizada obrando en 4.000 de agua colorida.

3.º La curcuma bien untada en papel ó en tintura acuosa, es un buen toque para los álcalis que la ponen roja-bruna, bien que ménos sensible en su opinion que el Brasil.

4.º El prusiato de potasa pone azul el agua que tenga en disolucion una pequeña porcion de hierro; y tambien precipita otros

metales, v. g., el cobre, de color bruno, la manganesa de color blanco, etc.

5.º El ácido sulfúrico forma un precipitado blanco con todas las sales de barita y desarrolla vejiguillas de aire si está esta combinada con el ácido aéreo; y el ácido nítrico es buen reactivo para descubrir el azufre, que precipita de las aguas hepáticas.

6.º El ácido oxálico es el mejor reactivo para descubrir la mas pequeña porcion de cal, que precipita en la forma de una nube blanca, mas ó ménos tiempo despues de su accion. Con este reactivo, dice Bergman, se demuestra que apénas hai agua enteramente libre de cal y que la mas pura deposita dentro de veinticuatro horas una porcion de oxalato de cal, aunque á veces tan poco que para notarlo hai que hacer en el fondo del vaso unas rayas con un puntero de vidrio, pues entónces el precipitado se reune en la direccion de las líneas.

7.º El álcali fijo aereado (carbonato alcalino) precipita los metales y las tierras; mas si la sustancia se disuelve con facilidad en el ácido aéreo (carbónico), úsese entónces el álcali cáustico.

8.º El álcali volátil aereado (carbonato de amoniaco) tambien precipita las tierras y los metales: y es un excelente reactivo de la presencia del cobre, que muestra por el color azul, mas ó ménos intenso, segun la cantidad de álcali usado.

9.º El agua de cal es el reactivo del ácido aéreo (ácido carbónico), precipitándolo bajo la forma de cal aereada (carbonato de cal).

10. El muriato de barita forma un precipitado blanco indisoluble, en el agua que contenga cualquiera sal vitriólica (sulfúrica) soluble: así 12 granos de sal de Glauber (sulfato de sosa) disueltos en cerca de tres cuartillos (6 libras) de agua, dan las estrias blancas al aplicarle el reactivo: un grano y aun un cuarto de grano en la cantidad dicha de agua, muestran el precipitado al cabo de algunas horas de la aplicacion del reagente.

11. El muriato de cal puede usarse para descubrir el álcali fijo; pero es un toque equívoco, porque con él resulta tambien un precipitado blanco (que es el sulfato de cal ó yeso) si hai sulfato de magnesia.

12. El alumbre era tambien poco usado por ser equívoco; bien que á veces sirve como toque de los álcalis.

13. El nitrato de plata es una prueba cierta y delicada del ácido muriático y de sus combinaciones, pues un solo grano de sal en seis libras de agua da, con la aplicacion del nitrato de plata, las estrias blancas. Si á veces puede formar precipitado con el ácido sulfúrico, sin embargo, el sulfato de plata es soluble y el muriato no: así se necesitan 98 granos de sulfato de sosa en los tres cuartillos de agua para que haya turbidez con la aplicacion del nitrato de plata.

14. El gas hepático (hidrógeno sulfurado) da al precipitado anterior un color mas ó ménos bruno.

15. Los álcalis, la cal y la magnesia tambien precipitan el nitrato de plata.

16. El nitrato de mercurio es un reactivo equívoco, pero mui sensible para descubrir muchas sustancias que pueden existir en las aguas minerales.

17. El sublimado corrosivo (bicloruro de mercurio), el acetato de plomo, el sulfato de hierro, el arsénico blanco, son buenos reactivos, pero su utilidad es dudosa y las observaciones que Bergman sobre ellos hace, son poco importantes al químico analítico.

18. La disolucion espirituosa de jabon es mui útil para conocer la pureza del agua, que si está pura apénas la pone opalescente; pero si por el contrario tiene materias extrañas disueltas, ó es como se dice *dura* é impropia para lavar, entónces produce en ella mas ó ménos opacidad ó precipitado.

19. El hígado de azufre se afecta por tantas causas, que (dice él) puede mui bien prescindirse de él en el exámen de las aguas minerales.

20. El alcohol precipita, de la disolucion acuosa, aquellas sales que no puede disolver, especialmente los sulfatos; y disuelve muchos muriatos y nitratos.

VII

Bergman, despues de enumerar las sustancias que pueden servir de reactivos y precipitantes en el exámen de las aguas minerales, entra en la análisis de estas: nota que ellas contienen á veces sustancias gaseosas, las que es preciso expeler poniendo una cantidad del agua por examinar en una retorta, aplicándole fuego y dirigiendo su cuello por debajo de la tableta del aparato de mercurio. Mas como estos gases (observa él) pueden ser aire puro, ácido aéreo (carbónico) y gas hepático (hidrógeno sulfurado), se discriminan: el segundo poniendo agua de cal debajo de la campana y el tercero por el olor. El resto del agua (dice) debe evaporarse hasta la sequedad, pesarse el residuo y: 1º digerirse en alcohol puro: 2º el residuo indisoluble en el alcohol debe revolverse bien con ocho tantos de agua fria: 3º el residuo que resista la acción del alcohol y del agua fria, debe hervirse en 400 ó 500 partes de agua destilada, cuya disolucion debe filtrarse: 4º el último residuo de estas tres disoluciones por lo regular contiene hierro, carbonato de cal y acaso de magnesia, ántes suspensos por el ácido carbónico; y en pocos casos arcilla, sílice y manganesa. Él da direcciones mui circunstanciadas para la análisis separada de estas sustancias, así como tambien para averiguar las contenidas en las soluciones alcohólica y acuosa: y es en esta parte que despliega una sagacidad y exactitud, hasta su época desconocidas en este ramo de la ciencia.

No ménos contribuyeron á la mejora y extension de los conocimientos químicos, su disertacion luminosa sobre la atraccion química

bajo el nombre « De precipitatis metallicis » y su opúsculo « De minerarum docimasia humida » ó arte de ensayar los metales por la via húmeda. Esta obra de Bergman se puede considerar como la piedra fundamental de este ramo de la química analítica, seguido con tan buen suceso, aunque en una escala limitada, por su discípulo Scheele, y al que Klaproth consagró su extensa y laboriosa vida.

Aquí viene bien detenernos en trazar la historia particular de este ramo tan importante y práctico y trascendental de la química.

Hasta Bergman y con excepcion de algunas experiencias de Margraaf, el ensayo de los minerales se habia limitado á algunas operaciones por el fuego, que con excepcion de ciertos casos fáciles y comunes, no demostraba, sino hacia conjeturar la naturaleza de los minerales. La *docimasia* habia tenido su origen en el siglo XVI. Agrícola (Jorge) de Glaucha, en Misnia (Sajonia), habia publicado cuanto á ella se referia y era conocido hasta el año de 1576, en su obra « De re metallica, » describiendo sus instrumentos y *procesos* con una exactitud escrupulosa y acompañando la doctrina con una coleccion curiosa de diseños. A Agrícola sucedió Lázaro Erckern, cuya obra sobre el arte docimástico fué mui elogiada por Boerhaave. Gaspar Neumann, prusiano, con los estudios que hizo en Halle y que siguió despues bajo la enseñanza de Boerhaave y con la proteccion del mismo rei de Prusia, llegó á ser profesor de química práctica en el colegio de Berlin; y cuando murió, en 1737, ya habia recogido en sus lecciones una grande copia de sus conocimientos químicos: él fué maestro de Margraaf. Este estudió tambien en Halle bajo la enseñanza de Juncker, y de vuelta á Berlin publicó en las « Transacciones de la Sociedad científica » de esta capital, algunas memorias (reunidas y publicadas en Paris en 1762) con muchas noticias entónces nuevas é importantes; y sobre todo notables como muestras del arte de la análisis.

Tal era el estado de este ramo de la ciencia cuando Bergman lo hizo objeto de sus investigaciones y se propuso su extension y progreso: él marcó los errores y grandes imperfecciones á que la análisis ígnea estaba expuesta é hizo ver las ventajas de obrar en el ensaye de los minerales por la via húmeda, esto es, por disolventes y precipitantes.

Para ilustrar su método con la práctica, hizo el exámen por separado de varias venas metálicas. Muchas de las conclusiones y razonamientos de este método de ensayo se apoyaron en los detalles dados en su opúsculo « De precipitatis metallicis. » El entusiasmo filosófico con que este ramo como los demas de la ciencia habian ya dominado el alma de Bergman; se presenta á las claras en estos notables conceptos: « Él que por la primera vez, (dice), presencia la corrosion de un metal por un líquido trasparente y en la apariencia homogéneo, que de nuevo presenta el mismo metal al añadirle un precipitante adecuado, debe sorprenderse extraordinariamente y pasarse de admiracion al contemplar los ocultos poderes de la natu-

raleza. Acostumbrados á estos fenómenos, miramos con desprecio su investigacion, á pesar de su grande importancia y de formar toda la base de la química práctica.» Despues de describir luminosamente los fenómenos generales de la disolucion de los metales, establece muchos hechos relativos á su precipitacion. Observa que: 1º Los álcalis fijos cáusticos causan precipitados de las sales (óxidos), aunque cargados de agua, que aumenta su peso. 2º Algunos ácidos que forman compuestos indisolubles con los metales, los precipitan de sus compuestos solubles. 3º Otras sales obran del mismo modo por una doble atraccion electiva; y á veces se siguen combinaciones triples (como cuando la platina es precipitada por la sal amoniaco). 4º Una sal metálica puede descomponer otra, aunque un mismo ácido se encuentre en ambas, v. g., el sulfato de hierro y el *muriato de estaño*, descomponen el muriato de oro. 5º Los metales se precipitan uno al otro, segun un orden determinado, que es el mismo en todos los disolventes ácidos y esto se efectúa por atraccion electiva « porque el metal, (dice), que ha de precipitarse está en el estado calcinado, mas reducido por el flogisto del precipitante, cae al fondo mientras que el precipitante calcinándose se hace soluble; y aunque muchas circunstancias anómalas acontecen en esta materia, el orden es constante y nunca se invierte.»

Esto sabio químico dedicó una seccion de este importante opúsculo á la explicacion del uso de los reactivos para la discriminacion de los metales, indicando los colores de los precipitados metálicos. 1º El oro y la platina, (dice), se separan solo parcialmente de los ácidos por la accion de los álcalis. 2º El nitrato de plata da un precipitado bruno con el álcali cáustico, y blanco con la sosa aireada ó con el ácido muriático. 3º La disolucion del nitrato de mercurio da un precipitado rojo con el carbonato alcalino, y amarillo ó naranjado con el álcali cáustico; este último es negro si la solucion del mercurio es preparada sin calor (proto-nitrato). 4º El álcali cáustico precipita de blanco al nitrato de plomo; y añadido en exceso vuelve á disolver el precipitado. 5º El álcali aireado precipita el nitrato de cobre, verde claro; y el álcali flogisticado (prusiato de potasa) precipita el mismo cobre, bruno. 6º El álcali aireado precipita el hierro, verde, que despues de secarse se pone amarillo bruno. 7º El estaño produce una nébula blanca con todos los álcalis. 8º El agua y los álcalis precipitan el bismuto de color blanco. 9º Los álcalis y el prusiato de potasa precipitan el níquel de color blanco vordoso. 10º El zinc y el antimonio se precipitan de blanco con todos los álcalis.

Esta enumeracion de reactivos para discriminar los metales, fué seguida del trabajo de una tabla de los pesos relativos de los precipitados procurados por diferentes medios, de una disolucion de 100 partes de metal: « esta tabla, dice Bergman, examinada como merece, revela muchos misterios.»

Entónces prevalecia la opinion de que los pesos relativos de los

precipitados procurados por diferentes medios eran iguales: esto es, que cien partes de plomo, por ejemplo, disueltas en ácido nítrico y precipitadas por el álcali cáustico, acreado (carbonato) ó flogisticado (prusiato), ó por el ácido sulfúrico, daban un peso igual de precipitado en cada uno de estos cuatro casos. Bergman hace ver la equivocacion de esta opiion, y demuestra que la diferencia de pesos depende de las diversas proporciones de los precipitantes contenidas en el precipitado y de la retencion, en algunos casos de una porcion del solvente. La lista de precipitados anexa á esta memoria, muestra al observador atento, principios análogos á los manifestados en las tablas de Richter y que forma una de las principales columnas de la teoría de las proporciones definidas.

Bergman escribió tambien un ensayo acerca del aire fijo, que él llamó ácido aéreo y que vió la luz pública en 1775. Él describe los diversos medios de conseguirlo: por medio de los ácidos obrando sobre los carbonatos; ó sometiendo estos al calor rojo; ó por la fermentacion. Despues prueba que el cuerpo en cuestion es un ácido, pues tiene las propiedades de tal, esto es, la solubilidad en el agua, la de comunicarle un sabor agrio, de enrojecer el tornasol, unirse á los álcalis, destruir su causticidad y formar compuestos cristalizables. Él descubrió este ácido en el *mármol metálico* de Cronstedt (carbonato de barita); y observó la rapidez con que el agua de barita absorbe el ácido carbónico del aire y forma un precipitado efervescente. Hablando de la accion del ácido carbónico en la cal, muestra la solubilidad del espato calcáreo en el agua impregnada de aire fijo y su depósito subsecuente en pequeños cristales y hace ver que la misma propiedad pertenece tambien á la magnesia. Una prueba mas del carácter útil, siempre práctico de los trabajos de Bergman, la da la tabla de las atracciones electivas del aire fijo (ácido carbónico). El órden es: tierra ponderosa (barita), cal, álcali fijo vegetal, álcali fijo mineral, magnesia, álcali volátil, zinc, manganeso, hierro. Dice que es el mas débil de los ácidos, pues lo desalojan, no solo el vinagre, sino los ácidos flogisticados del nitro y del vitriolo (ácidos nitroso y sulfuroso); pero que, no obstante el acetato de plomo se descompone por el ácido carbónico, lo que parecia una anomalía que dejaba para resolver en sus experiencias ulteriores.

Es verdad que por la imperfeccion de los aparatos se equivocó mucho en su cálculo de la gravedad específica del aire fijo; mas conoció que era mas pesado que el aire atmosférico, y por este mayor peso explicó su situacion baja en las cuevas y pozos; y demostró que apagaba la llama. De esta manera Bergman, con un entendimiento verdaderamente filosófico, solo empleaba las hipótesis para plantear su plan de investigacion experimental, sin avanzar mas allá de donde le alumbraba la antorcha de la experiencia: miéntras que al examinar las experiencias de otros, media y pesaba sus conclusiones y les señalaba su propio lugar en la historia de la ciencia. Admiraba mucho á Newton y se empeñó en aplicar su método á la Química.

« Este hombre ilustre (dice él) acumuló hechos con laboriosa diligencia, los examinó con exactitud, los comparó con sagacidad: de los efectos pasó á las causas y de allí dedujo las leyes de la creación. Su progreso, aunque lento, es cierto: su método, aunque trabajoso, va siempre descubriendo los misterios de la naturaleza. Un edificio construido de este modo, adquiere solidez á proporcion que se eleva, porque sus cimientos son sólidos y permanentes ».

Hai mas método en Bergman que en ninguno de los escritores químicos anteriores á él; sus investigaciones parecen hechas siempre con un objeto determinado; se encuentra unidad en sus obras científicas, que agradablemente se distinguen del caos indigesto de experimentos y observaciones que se halla en muchos autores precedentes.

Bergman tuvo por ilustres sucesores en la química analítica á Klaproth, Vauquelin y otros.

Martin Henrique Klaproth, prusiano, que vivió toda la mitad del siglo pasado y hasta el año 17º del actual, fué un analítico exacto y diligente y un hombre excelente. Su obra titulada « Contribuciones para el conocimiento de las sustancias minerales », en seis volúmenes, acabada de publicar en 1815, contiene nada ménos de doscientos y siete ensayos ó memorias.

VIII

Vauquelin, que murió bien anciano en Paris en 1829, fué empleado por Foureroy en su laboratorio, en donde no solo adquirió gran destreza como químico operador, sino que se hizo un analítico experto y original: elevóse despues á la mayor eminencia en su profesion; y sus muchas é importantes contribuciones y sus descubrimientos, son perpetuos monumentos de sus conocimientos é industria.

Entre los químicos analíticos que mejoraron mucho este ramo de la análisis en Inglaterra, merece una especial y honorífica mencion Chevenix: irlandés de nacimiento, le cogió la revolucion francesa en Paris y fué preso con varios químicos célebres. Allí recibió el gusto y entusiasmo por la ciencia. Apenas salió de su prision se dedicó á ella. Su análisis del corundo y záfiro y sus observaciones acerca de la afinidad entre la magnesia y la sílice, son importantes. Chevenix continuó por varios años trabajando como químico experimentalista, laborioso y de mérito; un chasco en sus trabajos hirió de muerte su amor propio y se despidió de la ciencia. Habíase anunciado por un anónimo el descubrimiento del *palladium* ó nueva plata, describiendo sus propiedades y anunciando que estaba de venta casa de la señora Forster: Chevenix, por el modo de anunciar el descubrimiento, creyó que era una impostura, compró todo el paladio que estaba de venta y prevenido con la idea de que seria una aleacion de dos metales de los conocidos, se puso á trabajar y creyó verificar su congetura, publicando que era una mezcla de platina y mercurio, hecha de un modo que él describió. Este papel fué leído en la Real Socie-

dad de Londres por el doctor Wollaston, secretario de esta corporacion y despues insertado en las « Transacciones. » Despues de esta publicacion salió otro anónimo, ofreciendo un precio considerable por cada grano de *paladio* hecho por el método de Chenevix, ó por cualquier otro procedimiento. Pasó un año sin que se presentase persona alguna á obtener el premio ofrecido; y entónces el doctor Wollaston se declaró como descubridor del *paladio*, en una nota que leyó en la Sociedad Real y publicó el procedimiento por el cual lo habia sacado de la *platina cruda*, disuelta en el agua régia ó ácido nitromuriático. No hubo pues duda de que el *paladio* era un metal particular y que Chenevix se habia equivocado en sus experiencias, tomando quizá por inadvertencia como una solucion de *paladio* la que era una solucion de amalgama de platina. El doctor Wollaston aseguró á sus amigos que habia hecho todo lo posible para disuadir á Chenevix de publicar su Memoria, hasta donde le fué posible sin descubrirle que él era el que habia hecho el descubrimiento.

Sucedieron tambien á Bergman, Cavendish y Scheele: ambos llegaron á un lugar eminente en la ciencia por mui diversos caminos. El primero, de una familia noble de Londres, con la opulencia de un príncipe y haciendo papel en los principales círculos de la capital; el segundo, de una familia oscura y pobre, supliendo las faltas de la posicion social y de la fortuna con su industria y economía y viviendo en un lugar ó aldea de la Suecia, fué conocido de la Europa sabia: lo que prueba la poca influencia que á veces tienen las circunstancias externas y aun una fortuna caprichosa en el desarrollo del genio, conducido por la industria, la sobriedad y la perseverancia.

Cavendish vivió de 1731 á 1810, é hizo dos grandes descubrimientos. El uno fué la composicion del ácido nítrico, á que le condujeron sus investigaciones acerca del hidrógeno y de los productos de su combustion: el otro fué la composicion del agua, resultado tambien de los mismos trabajos. Sus observaciones acerca del aire fijo y nitroso fueron mui importantes; mas en algunos puntos fué anticipado y en otros tuvo rivales contemporáneos afortunados. Él demostró que diferentes metales dan diversas cantidades de hidrógeno: que el zinc da mas que el hierro y este mas que el estaño y ademas que el estado de *dilucion* del ácido y la cantidad que de él se emplee, con tal que sea bastante para disolver el metal, no afectaban la cantidad ni las propiedades del gas. Indicó las de apagar la llama, destruir la vida animal, arder con una llama azul cuando está puro y ser el mas ligero de los cuerpos ponderables. De aquí tuvo origen la sugestion del doctor Black y el señor Cavallo de usarlo en vez del aire enrarecido para llenar los globos aereostaticos. Black no tuvo buen éxito en su aplicacion; Cavallo consiguió elevar bombillas de jabon llenas de hidrógeno; Cavendish usó de vejigas, pero las mas delgadas eran todavia demasiado pesadas y una tela de papel era permeable al gas. Es mui raro que no hubiera dado con la mem-

brana llamada *piel de batidores* (*gold beater skin, baudruche*), que para este objeto habia sido recomendada dos siglos ántes por Escaligero el gramático.

De paso mencionaremos la aplicacion del hidrógeno al ascenso de los globos. El primer ascenso fué en 1783 por los señores Charles y Robert en Paris: en hora y tres cuartos corrieron 25 millas; y hallando Charles que el globo de tafetan todavia conservaba bastante gas para elevarse, aventuró solo una segunda subida. El sol se habia ya puesto: las sombras de la tarde se iban gradualmente condensando en la oscuridad de la noche; y su valor se vió remunerado por el espectáculo mas nuevo y sublime. Subió con tal celeridad, que llegó á la altura de dos millas en cerca de diez minutos. Volvió á ver el sol en todo su disco y desde aquella remontada situacion pudo contemplar el ocaso del astro luminoso. Los vapores de la tierra, condensados en nubes, la ocultaban á su vista, mientras que los rayos pálidos de la luna esparcian resplandores de diversos matices sobre sus formas fantásticas y caprichosas. La elevada region en que vagaba el aereonauta, era demasiado fria: el globo estaba mui inflado y al mismo abrir la válvula, el gas salió como un vapor nebuloso al través del aire externo. La prudencia le advirtió que no debia estar mas tiempo allí: descendió lentamente y se apeó con facilidad cerca del bosque de Tour-du-Lay, habiendo andado nueve millas en 35 minutos. En la mayor elevacion, bajó el barómetro á 20,05 pulgadas y el termómetro á 21 F.: parece, pues, que llegó á 9.700 piés sobre el nivel del mar. Biot y Gay-Lussac (23 Agosto 1804) subieron para hacer ipvestigaciones científicas: á los 13.000 piés nada notable observaron en los fenómenos eléctricos y magnéticos. En Setiembre del mismo año Gay-Lussac subió solo, llegó á la enorme altura de 23.040 piés, sintió frio excesivo; opresion en la respiracion; celeridad del pulso: esto y el peligro de su situacion no le impidieron hacer observacions eléctricas, magnéticas é higrométricas aunque sin resultados nuevos ni interesantes. Bajó cerca de Ruan, volvió á Paris y en presencia de Thenard analizó el aire traído de las regiones superiores, que hallaron análogo al de la superficie de la tierra.

Cavendish habiendo determinado las propiedades del hidrógeno (gravedad específica en 1776), pasó á examinar los resultados de su combustion. Notó que hacia explosion con la llama, mezclado con el aire atmosférico. (Sabido de Macquer (1766): atribuido claramente por Watt (1783) á la formacion de agua; faltaban aun pruebas experimentales. Cavendish las presentó en una Memoria á la Academia Real de Lóndres (1784). Halló que un chorro de hidrógeno quemado en el aire ó en el oxígeno, producía un vapor fácil de condensar en agua pura. El mismo producto dió la explosion de una mezcla de aire inflamable y aire deflogisticado (hidrógeno y oxígeno). [Estas experiencias fueron despues verificadas por el análisis: Lavoisier descompuso el agua pasando su vapor por un tubo en-

rojecido que contenia hierro, que absorbia el oxígeno y dejaba escapar el hidrógeno gaseoso. Despues se ha hecho esta descomposicion por la fuerza eléctrica que resuelve invariablemente el agua en dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, que pueden producir agua de nuevo por la chispa eléctrica. Descubrimiento mui importante: da la explicacion de muchos fenómenos]. Cavendish era enemigo de la nueva nomenclatura química y pronosticaba con placer su caída: repugnaba toda innovacion que la experiencia no hubiera hecho necesaria.

Scheele de Suecia (1742 Stralsund; 1786 cerca de Stockolmo) es de los pocos afortunados que partiendo de un origen oscuro han llegado al zenit de la eminencia científica. Adquirió muchos conocimientos químicos, trabajando en la casa de un boticario de Gottemburgo. Pasó á Upsal (1773) y fué conocido de Bergman que se hizo su amigo y protector y en cuyo honor debe decirse que cuando la reputacion de Scheele se elevó á tal altura que amenazaba eclipsar la suya propia, en vez de oír la voz de los celos, fragilidad tan comun en tales casos, fué mas celoso favorecedor de su amigo y rival.

De Bergman se decia enfáticamente «que su mayor descubrimiento habia sido el de Scheele,» porque fué el primero que conoció su genio y los progresos de que era capaz.

La primera publicacion de Scheele fué «*Observaciones y experiencias químicas sobre el aire y el fuego,*» con la introduccion de Bergman.

1.º Creyendo el aire necesario para la produccion del fuego, se consagró á su análisis. Observó que la disolucion del hígado de azufre y de otros compuestos sulfurosos, disminuian en cerca de un quinto el volúmen del aire á que se exponia; que la llama del hidrógeno y del azufre causaba la misma disminucion de volúmen en el aire situado sobre el agua, y que el agua de cal no se enturbiaba por el aire que quedaba y que por tanto allí no habia aire fijo. Despues consiguió el aire que llamó empíreo (oxígeno), por la descomposicion del ácido nítrico y otros procesos, describiendo el método de recoger, trasportar y examinar los gases. Ya entónces trató de probar que el calor se componia de aire empíreo y flogisto. Mostró por la experiencia directa que la absorcion que en el aire atmosférico causaba el hígado de azufre, se debia á su parte de aire empíreo que totalmente absorbia; que añadiendo al aire que quedaba, una cantidad de aire empíreo igual á la absorbida, volvia á quedar igual en todos respectos al atmosférico. Es mui notable la identidad de estas investigaciones con las del doctor Priestley; pero ambos á dos tienen el mérito del descubrimiento, pues trabajaban casi á un tiempo en un mismo objeto, con iguales resultados, mas sin conocer el uno los trabajos del otro. Así se puede decir que el descubrimiento del oxígeno por Priestley en 1774 fué hecho casi al mismo tiempo por Scheele: el primero lo llamó *aire deflogisticado*, el segundo *aire empíreo*.

2.º También se dedicó á la investigacion del calor y la luz como seres distintos. Notó que reflectidos los rayos luminosos del fuego por un espejo cóncavo, metálico, siguen líneas rectas sin sufrir perturbacion alguna por las ondulaciones del aire atmosférico que atraviesan; que el vidrio intercepta el calor, mas no la luz; que un espejo de vidrio reflecte la luz y absorbe el calor, mientras el metal reflecte ambos: así es que el metal si está limpio no se calienta, mas si está ennegrecido con el humo, absorbe el calor y se pone mui caliente. Él distinguió el aire calentado por un cuerpo caliente, del calor comunicado por líneas rectas, que reflecte un espejo metálico, llamando á este calor radiante. Creyó que el calor solar y el de una vela en ignicion, eran de una misma naturaleza, y que solo se diferenciaban en intensidad, y que por esto sus rayos recogidos con un espejo ustorio no quemaran como los del sol: « ni hai duda, decia él, que la luz sea un cuerpo, del mismo modo que el calor, pero no me puedo persuadir que la luz y el calor sean una misma cosa, pues la experiencia prueba lo contrario.»

3.º Observando que la luz ennegrecia el nitrato de plata y que el calor solo no lo alteraba, concibió que la luz tenia un principio inflamable; y notó que la luna córnea (muriato de plata), despues de expuesta por mucho tiempo á los rayos solares, ya no era perfectamente soluble en la ammonia, sino que dejaba una porcion de plata reducida; tambien observó que esta sal de plata puesta en agua, se descomponia formando ácido muriático á la luz, mas no en la oscuridad, y que los rayos violados producian este efecto con mas fuerza y prontitud que los otros rayos. Aquí vemos los elementos de las importantes investigaciones del calor radiante y de la accion química de los rayos luminosos.

4.º Él mencionó varios fenómenos curiosos acerca de la inflamacion espontánea del *piróforo* de Homberg; la evolucion del hidrógeno en la accion del hierro sobre el azufre en el agua y la del nitrógeno en la detonacion del oro fulminante. A la verdad, el talento de Scheele estaba marcado por su carácter de experimentalista; su parte teórica era mui defectuosa.

5.º Su disertacion acerca del manganeso con la descripcion de las principales sales de este metal, contiene el descubrimiento importante del ácido muriático deflogisticado (cloro), y sus opiniones acerca de esta sustancia y de la naturaleza del ácido muriático, son notablemente correctas y mui inteligibles en la presente teoría con solo sustituir el hidrógeno al flogisto: entonces se ve que el ácido muriático se recojerá añadiendo hidrógeno al cloro y que el hidrógeno se desprende al extraer el cloro del ácido muriático.

IX

Berthollet consideraba el cloro como un ácido muriático oxigenado, y así lo llamaba ácido oximuriático: esta teoría fué por muchos

años mejor recibida que la de Scheele, hasta que en 1811 Sir H. Davy publicó una disertación importante en las Transacciones filosóficas, manifestando los errores de la escuela francesa, reviviendo la doctrina de Scheele y corroborándola con tantas pruebas, que hoy está recibida con perfecta generalidad.

6.º El ácido del *espato fluor* llamó también la atención de Scheele: él creyó que su mezcla con el agua formaba la tierra silíceo que se depositaba en el recipiente con agua cuando destilaba el espato fluor en una retorta de vidrio, sin advertir que era la sílice de la retorta que el ácido disolvía y llevaba consigo en el estado gaseoso.

7.º Él fué el primero que examinó los ácidos del arsénico y del molibdeno, distinguiendo este metal del plumbago con que hasta entonces se le había conocido, haciendo ver que este último era un compuesto de carbono y hierro.

8.º En 1778 dió á conocer la preparación del arsenito de cobre, recomendándolo como un color útil y permanente para pintar al óleo y á la aguada.

9.º En 1779 dió á conocer la descomposición de las sales neutras por el hierro y la cal viva. Observó en los aros de hierro de un barril que contenía nabos en salmuera un *álcali* que le pareció el *mineral*; mas sabía que la atracción del ácido de la sal era mayor por el *álcali mineral* (sosa) que por el hierro: instituyó experiencias con otros metales metidos en salmuera y en solución de sal de Glauber, y notó que el hierro solo tenía la propiedad de descomponer estas sales y que la acción era mayor en una bodega húmeda que en otra parte. También halló que la cal viva descomponía las sales en tal situación.

10. Su ensayo acerca del azúcar de la leche, merece atención, porque puede considerarse como uno de los primeros modelos del análisis de los líquidos animales. Algunos consideraban el ácido de la leche agria, como vinagre (ácido acético); otros lo creían distinto y lo llamaban ácido láctico. Scheele creyó que era de una naturaleza particular y que aunque expelia el ácido acético del *álcali vegetal acetado* (acetato de potasa), le parecía destinado á ser vinagre, creyendo que solo le faltaba algún fermento y mostrando que la adición de un poquito de brandi á la leche que iba á fermentarse la hacía dar un buen vinagre.

11. Dió un método de conseguir el ácido cítrico y otros ácidos vegetales, descomponiendo sus sales calcáreas por el ácido sulfúrico.

12. Sus ensayos sobre el tungsteno, la preparación del cálmol por la vía húmeda, el análisis de los cálculos urinarios, el éter y el ácido benzoico, contienen hechos importantes y enseñan nuevos modos de investigación.

13. Hizo el azul de Prusia objeto de sus investigaciones. Esta sustancia fué casualmente descubierta á principios del siglo pasado por Diesbach, fabricante de colores en Berlín, mas su preparación se conservó secreta hasta que la publicó Woodward en 1724.

Macquer en 1752 presentó un resumen de su teoría química, pero poco satisfactorio. Scheele descubrió que la sustancia producida poniendo en digestion azul de Prusia con potasa cáustica era una sal triple, compuesta del principio colorante, el hierro y la potasa. Descompuso esta sal, destilando su disolucion acuosa con una pequeña cantidad de ácido vitriólico concentrado; y el licor que pasó al recipiente se llevó consigo una gran porcion de la materia colorante, que despues se ha llamado ácido prúsico. Scheele trató de demostrar que la accion del ácido puro sobre las disoluciones metálicas era mui diferente de la que presentaba cuando estaba combinado con álcalis; y halló que unido con la cal, daba precipitados con las mas de las disoluciones metálicas. Esta última investigacion cerró su ilustre carrera química en 1786, cuando murió á la edad de cuarenta y cuatro años.

Los trabajos de Priestley, Scheele y Cavendish prepararon los materiales con que Lavoisier y otros ilustres químicos de la escuela francesa formaron su nueva teoría, que ha hecho la era de esta escuela tan gloriosa para la química.

Las contribuciones numerosas é importantes con que el eminente cuanto desgraciado Lavoisier enriqueció la química de su tiempo, están archivadas en las memorias de la academia real de ciencias de Paris. Este hombre verdaderamente ilustre, nació en Paris en 1743, y si no tuvo la actividad experimental de Priestley y de Scheele, si no se presenta en la historia de la química creando como Berzman los fundamentos de los diferentes ramos de la análisis, tiene el gran mérito de haber poseido un genio trascendental, que recogiendo los materiales de sus antecesores y contemporáneos, levantó el edificio de la química moderna, y con la cooperacion de sus ilustres colaboradores La Place, Berthollet y Guyton Morveau creó una nomenclatura tan filosófica, que se puede asegurar que es la única ciencia que la tiene perfecta.

Sus principales doctrinas están comprendidas en sus « Elementos de Química, » publicados en Paris en 1789. Esta obra, á todas luces preciosa, y sin duda lo mas clásico de su tiempo, consta de tres partes principales: la primera trata de la formacion y descomposicion de los fluidos aeriformes, de la combustion de los cuerpos simples y de la formacion de los ácidos: la segunda, de la combinacion de los ácidos con las bases salificables y la formacion de las sales neutras; y la tercera, de los instrumentos y operaciones de la química.

1.º Entra hablando de la naturaleza y operaciones del *calor* que define: « una sustancia real y material ó un fluido mui sutil, que separa las particulas de los cuerpos insinuándose entre ellas. » Á esta sustancia tan sutil llamó *calórico*; y aunque concedia que la luz en muchos casos produce fenómenos análogos á los del calórico y tienen ciertas cualidades comunes, no estando demostrada su identidad, deben considerarse como distintas. « En estas cosas, dice hablando de las propiedades del calórico, que no vemos ni sentimos, es que espe-

cialmente se necesita ponerse en guardia contra las extravagancias de la imaginacion, que siempre inclinada á traspasar los límites de la verdad, es difícil contener dentro del recinto de los hechos.» Él estableció en todo su desarrollo la bella é importantísima teoría de que la solidez, la liquidez y la elasticidad aeriforme, no son mas que tres estados ó condiciones diferentes de la misma materia, por lo que casi todos los cuerpos pueden pasar; y que dependen del grado de calor á que se exponen, ó mas bien de la cantidad de *calórico* que los penetra. Como consecuencia de esta influencia del calórico infiere la posible existencia de ciertas sustancias metálicas en nuestra atmósfera: que un metal, por ejemplo, poco mas volátil que el mercurio, podia existir en ella.

2.º Lavoisier analiza el aire atmosférico, exponiendo cincuenta pulgadas cúbicas de él, al mercurio caliente, que le hace perder un quinto de su volumen primitivo, dejándole inútil para la respiracion y combustion, mientras el mercurio se halla parcialmente convertido en una sustancia roja, cuarenta y ocho granos de la cual puestos en una retorta apropiada dieron 45.5 de mercurio líquido y 7 ú 8 pulgadas cúbicas de gas eminentemente útil para la combustion, que es el aire deflogisticado descubierto por Priestley. La recombinacion de las 42 pulgadas cúbicas de aire mefítico, con las 8 pulgadas cúbicas de aire deflogisticado separado del mercurio, reprodujeron 50 pulgadas cúbicas de aire atmosférico.

3.º Lavoisier acabó de echar abajo la teoría del flogisto, sustituyendo en su lugar la verdadera doctrina de la oxidacion y combustion. Consideró pues los fluidos aeriformes como compuestos de una base ponderable, con el calórico y la luz. En la predicha experiencia la parte ponderable del aire deflogisticado se une con el mercurio, mas de un modo tan lento, que no se perciben los fenómenos de la combustion; pero si se introduce un alambre de hierro ruscado en el gas desenvuelto del mercurio, inmediatamente obra en él y su descomposicion es acompañada de mucha evolucion de calor y luz; y el hierro experimenta un aumento de peso equivalente al del aire absorbido.

4.º En cuanto á la nomenclatura de los fluidos aeriformes, Lavoisier conserva la palabra *gas*, restablecida por Macquer y usada primeramente por Van Helmont, como término genérico para todos, excepto el aire atmosférico: y como la propiedad principal del aire vital ó deflogisticado es formar ácidos, le dió el nombre de *gas oxígeno*; y al otro gas elemental de la atmósfera el de *gas azótico*, ó contrario á la vida.

La combustion del azufre, fósforo y carbon, es un fenómeno análogo á la del hierro: esto es, desenvolvimiento de calor y luz y union de la parte ponderable del oxígeno con el cuerpo combustible. Cuando el oxígeno en su union con el cuerpo combustible no forma un ácido, el compuesto se llama óxido; y cuando se forma mas de un óxido ó ácido, la terminacion de la base indica su naturaleza: así hai cuatro

compuestos de nitrógeno (gas azótico) con oxígeno, dos óxidos y dos ácidos; los primeros se llaman respectivamente óxido nitroso y nítrico, los últimos ácido nitroso y nítrico: denotando la terminacion *oso*, el mínimum y la *ico* el máximium de oxidacion. Aplicó Lavoisier el término *hidrógeno* al aire inflamable que Cavendish halló ser la *base del agua*; llamó el aire fijo *ácido carbónico*, por ser idéntico al producto de la combustion del carbon en el oxígeno. Conexionado con este objeto está el importante descubrimiento de Lavoisier de la produccion de ácido carbónico por la combustion del diamante. Los académicos de Florencia habian destruido desde 1690 esta piedra preciosa sometiénola al foco de una lente ustoria que la redujo toda á vapor; y Francisco I de Alemania, presenció el mismo fenómeno al calor de un horno. Lavoisier probó que el diamante no experimentaba cambio alguno cuando se excluia el aire, pero que cuando se le resustaba en el oxígeno producía ácido carbónico: de aquí sacó por conclusion inevitable que el diamante y el carbon eran sustancias idénticas; y que su gran diferencia de aspecto y cualidades mecánicas eran resultado de la agregacion, estando cristalizado el primero; y en una forma ménos dura el segundo. Extraordinaria como parece esta idea, está demostrada, no solo por las experiencias de Lavoisier y otros, sino sostenida tambien por la analogía. Así es que la tierra arcillosa, que es una sustancia blanda, pulverulenta, cuando es agregada por atraccion mecánica en una forma cristalina, constituye el zafiro, una de las piedras mas duras é indestructibles: en un estado la tierra es blanda y mui soluble en ácidos; en otro su insolubilidad iguala á su dureza. Mas es preciso confesar que hai una singular anomalía entre el poder conductor de la electricidad que poseen el carbon y el diamante: el primero es un buen conductor; el segundo no es conductor; y hasta ahora no está demostrado que la textura mecánica, en casos estrictamente análogos afecte el poder conductor de la electricidad (*). Entre los que mas han explorado los fenómenos de la combustion del diamante y extendido las ideas originales de Lavoisier, se hallan los nombres de los mas eminentes filósofos europeos. Pocos objetos en química han sido tan investigados y los resultados reunidos de los diversos experimentalistas, raras veces arreglados con tanta precision, como los de esta investigacion acerca del diamante. (El señor Smithson Tennant, químico hábil y hombre á quien, entre otros descubrimientos, se debe el de los metales Iridio y Osmio, del condado de York en Inglaterra, hizo la experiencia mas concluyente para probar la identidad del diamante y el carbon, demostrando que la cantidad de ácido carbónico dada por un peso determinado de diamante, es igual á la producida por uno igual de carbon).

Lavoisier fué el primero que examinó con la exactitud necesaria los productos de la destilacion de las sustancias vegetales y anima-

(*) Los carbonos, unos conducen la electricidad *volática* y otros no.—(Ed.)

les, y tiró la propia línea de distincion entre los *eductos* y los *productos* conseguidos por este medio; tambien investigó con mejor suceso que ninguno de sus predecesores los fenómenos de la fermentacion; y examinando-los contenidos de ciertos jugos vegetales ántes y despues de ella, dedujo algunas conclusiones mui curiosas respecto de los cambios que suceden.

Tratando de las bases salificables y de la formacion de las sales neutras, Lavoisier describió los fenómenos de la disolucion de los metales en varios ácidos; notó la oxidacion de aquellos, que la precede y el consiguiente desprendimiento del hidrógeno. En el curso de esta investigacion, él avanzó la siguiente aguda congetura acerca de la naturaleza de las tierras alcalinas, precursora sin duda del descubrimiento de Davy acerca de la naturaleza metálica de los álcalis y tierras, que entónces se consideraban como cuerpos elementales. « De estos fenómenos aparece que el oxígeno es el nexo de union entre los metales y los ácidos, y que por tanto debemos suponer que hai oxígeno en todas las sustancias que tienen fuerte afinidad con los ácidos: así, es mui probable que las cuatro tierras eminentemente salificables, contengan oxígeno y que su disposicion á unirse con los ácidos dependa del intermedio de este elemento. Lo que ántes he dicho respecto de estas tierras, esto es, que es posible que sean óxidos metálicos, con los que el oxígeno tiene mas fuerte afinidad que con el carbon y que por tanto no son reducibles por ningun medio conocido, se corrobora por las predichas consideraciones.»

En la segunda parte de los *Elementos*, Lavoisier trata de la formacion de las sales neutras y da ideas nuevas y mui importantes acerca de la constitucion de los compuestos químicos. Él hizo ver la influencia de la luz como un agente químico, inculcando su accion singular sobre el reino vegetal; supuso que se combinaba con ciertas partes del vegetal y que á esta combinacion se debia el verde de sus hojas y los varios colores de sus flores. « Tan cierto, dice, es esto, que las plantas que vegetan en la oscuridad, están perfectamente blancas y extenuadas y es absolutamente necesaria la luz para hacerles adquirir vigor y sus colores naturales.»

« Algo parecido sucede á los animales: el hombre degenera hasta un cierto punto cuando está empleado en manufacturas sedentarias, vive en casas llenas de gente ó en callejuelas estrechas, en ciudades populosas; miéntras que los trabajos al aire libre, mejoran su naturaleza y constitucion.»

Acaso Lavoisier se equivocara atribuyendo á la combinacion de la luz los fenómenos que se deben á su influencia modificando ó aumentando las agencias mutuas de los cuerpos, de la que tenemos muchos ejemplos: la accion del cloro sobre el hidrógeno y óxido de carbono; y del cloro y algunos cloridos sobre el agua, produciendo la evolucion de oxígeno y la formacion de ácido muriático. Este cambio sugirió la idea de que el oxígeno y el ácido muriático entra-

ban á componer el cloro, por falta de considerar la agencia del agua y la naturaleza del ácido muriático.

Al ocuparse de las combinaciones del oxígeno, mencionó las condiciones necesarias para la oxidacion de los cuerpos; tal es la elevacion de su temperatura, que disminuyendo su fuerza de cohesion, aumenta la atraccion del cuerpo por el oxígeno de la atmósfera: habló de la ignicion de estos cuerpos con el nitro y el clorato de potasa y su disolucion en algunos ácidos, por ejemplo, el nítrico, como fenómenos correlativos de la combustion.

En la tercera parte de los *Elementos* describió Lavoisier varias operaciones químicas, que mejoró y extendió considerablemente. El brilla como el inventor de los aparatos complicados y costosos; plan que hasta un cierto punto contraría la difusion de los conocimientos científicos y que es enteramente opuesto al que hoy siguen los primeros sabios.

X

Este bosquejo de los conocimientos contenidos en los « *Elementos de Química* » de Lavoisier, muestra que fué él, como queda dicho, el gran arquitecto de la ciencia, que recibió los materiales de otros: como el gran Newton los recibió para construir su admirable sistema del Universo, de Copérnico, Tycho-Brabe y Keplero; formando con ellos un cuerpo de doctrina, un sistema regular.

Sabíase desde tiempo inmemorial, que el aire es el pábulo del fuego: Rey habia advertido desde 1630 que los metales calcinados aumentaban de peso: Mayow y Hooke, Priestley y Scheele, habian mostrado la composicion del aire atmosférico y la agencia de uno de sus principios en la combustion y en la respiracion: Priestley, Bergman y Scheele habian mostrado en la misma época de Lavoisier las cualidades del gas oxígeno, bajo el nombre de aire deflogisticado y aire empiro: Watt y Cavendish habian descompuesto el agua para el año de 1789: Lavoisier publicó sus *Elementos*. Él recogió los materiales y levantó el edificio.

Se ha criticado severamente á Lavoisier de falta de candor y de apropiacion del mérito ajeno sin reconocerlo, por no haber citado estos ilustres químicos al hacer uso de sus descubrimientos, ni aun mencionado á Priestley, su amigo y contemporáneo, al hablar del oxígeno, cuyo descubrimiento anterior, indisputablemente se le debia. En contestacion á esto dice Brande: « No podemos responder á estos cargos; mas los que han fundado sus acusaciones severas en ellos, no han estado animados del espíritu independiente de la verdadera filosofía, ni guiados por el amor imparcial de la verdad. Téngase presente que á Lavoisier nunca se le presentaron, de una manera franca, estos rivales y antagonistas; que una inadvertencia sin intencion acompaña muchas veces el ardor científico; que en el calor del trabajo y de la marcha de las investigaciones, se pasa por

alto, lo que en medio de la reflexion y de la calma Lavoisier habria echado de ver, sentido y reconocido; y que del afan de la discusion y calor de la controversia, fué repentinamente llamado á la eternidad.»

Este ilustre hombre murió víctima de los horrores de la revolucion, en 8 de Mayo de 1794, de 51 años de edad. ¡Qué pérdida para la ciencia....! ¡Cuando empezaba á dar inmensas cosechas, fué sacrificado por el furor revolucionario....!

Este es el lugar propio de hablar de la escuela francesa, á cuya cabeza estaba el inmortal Lavoisier. Uno de sus mas célebres miembros fué Guyton Morveau (que nacido ántes que sus compañeros, en 1737, murió despues de casi todos en 1815, de 78 años), uno de los mas celosos colaboradores de la nomenclatura y el inventor del modo de destruir la infeccion por medio de los vapores ácidos, cuyo eficaz medio publicó en 1773. Fourcroy es un nombre bien conocido en el mundo químico, contemporáneo de Lavoisier: vivió de 1755 á 1809: sus obras son las mas célebres que de Francia han salido acerca de esta ciencia: tiene la gloria de ser el primer autor que publicó un *sistema* de química.

Juan Antonio Chaptal, conde de Chanteloup, nació en 1756 y ha vivido hasta 1832 en que murió de 76 años, profesor de química de Montpellier ántes de la revolucion, fué uno de los mas activos cultivadores de la química, ántes de aquellos acontecimientos en union con el ilustre Lavoisier, Monge, Fourcroy, Berthollet y Guyton de Morveau. En 1793, cuando los aliados invadieron la Francia, el salitre que suministraban las salitrerías francesas, no bastaba para la cantidad de pólvora que necesitaban los ejércitos: la Comision de Seguridad pública le invitó para dirigir los establecimientos de este ramo; y sus conocimientos químicos mejoraron tanto el método seguido en su manufactura, que en muy poco tiempo el producto excedió en mucho á la demanda. Fué hecho ministro del interior por Napoleon; y bajo el Imperio, desempeñó importantes destinos. Es autor de muchas obras de química, de aplicacion de la química á las artes y á la agricultura, sobre el arte de hacer vino, sobre el arte de teñir la lana y el algodón: obras todas escritas en un estilo elegante y claro y que han gozado de mucha popularidad en Francia. A la verdad, los trabajos de toda su vida han tenido el importante carácter de mejorar las manufacturas y demas productos de la Francia, en cuanto podia influir en ellos una aplicacion mas correcta y económica de la química: en cuanto á esta benéfica aplicacion de la química á las artes, solo tiene un competidor en su ilustre compañero Berthollet. Las salitrerías, que hicieron con su direccion tantos servicios á los ejércitos franceses, la fábrica de loza de puzolana, sus obras citadas de aplicacion á la fábrica y gobierno de los vinos y á todas las demas artes, el inmenso cultivo de la remolacha y la gran perfeccion de la fábrica de su azúcar, son monumentos de su gloria. Chaptal hizo progresar tanto la fábrica de pólvora en

Grenelle, que diariamente se hacian 3.500 libras, mucho mas de la demanda; y en un trimestre, mas de lo que ántes se hacia en un año. En 1800, fué ministro de Estado de Napoleon. En 1804 cayó en desgracia porque no se prestó á asegurar que el azúcar de remolacha era mejor que el de caña, noble rasgo de adhesión á la verdad. Publicó en 1790 sus Elementos de Química; en 1806, cuatro volúmenes de Química aplicada á las artes; en 1819, dos volúmenes de la Industria francesa; y en 1823, dos volúmenes de Química aplicada á la agricultura.

El cuadro de la ciencia, hácia al fin del siglo pasado y en los primeros años de este, presenta el grupo mas ilustre, compuesto de Chaptal, Monge, conde de Pelusium, Fourcroy, Berthollet y Guyton de Morveau: sus trabajos asociados sobre la rectificación filosófica de la nomenclatura química, en que Lavoisier tuvo una gran parte, son bien conocidos; y estos célebres nombres están asociados á todos los descubrimientos de aquella época.

En este siglo descuella el Baroneto Onofre (Humphry) Davy (*); con una aplicación incansable, con un espíritu de investigación experimental y un genio verdaderamente filosófico para elevarse á los principios generales de la ciencia, él ha llegado al grado de uno de los filósofos de primera clase. Sobre el descubrimiento de Galvani, sobre algunas leyes y generalidades teóricas, Davy levantó un edificio inmenso, que ahora cuenta muchos colaboradores y que todavía promete grandes descubrimientos no solo de verdades, sino de utilísimas aplicaciones. Este ramo se llama la Electro-química. Con los medios de acciones y reacciones que la ciencia poseía, se habia llevado la descomposición de los cuerpos hasta un punto considerable; mas todavía faltaba un instrumento mas poderoso, que rompiendo las mas fuertes afinidades, fuese en las manos de los químicos un nuevo medio de separación y unión de los átomos de la materia. Davy entró en este luminoso sendero. Asombra ver la sagacidad con que supo averiguar si en la acción de los dos polos de una batería galvánica, resultaba siempre un ácido y un álcali. La cuestión ora si la electricidad tenia el poder de engendrar ciertas formas de la materia, ó si ellas eran el resultado de las separaciones y nuevas combinaciones que hacia de los elementos. En la electrización del agua resultaba ammonia en el polo negativo y ácido nítrico en el positivo. Antes de todo repitió las experiencias de los demas y obtuvo los mismos resultados: concibió que los ingredientes de estos productos acaso existirían en los vasos en que el agua estaba contenida. Sin embargo, el agua destilada con poco calor en un alambique de plata y manejada por el galvanismo en vasos de oro y platina, todavía dió muestras, aunque menores del ácido y del álcali. Entonces conjeturando que la mano podría contribuir, evitó en lo posible todas las circunstancias de esta influencia; pero sin embargo, los reactivos del tornasol y de la curcuma, dieron indicios del ácido y

(*) 1778 á 1829.

del álcali. Sospechó que el aire podia influir: tomó agua pura, enteramente privada del contacto del aire y la electrizó en el vacío y en conos de oro que no habian sido manoseados; entónces no resultó mas que oxígeno é hidrógeno.

Con el mismo poder hizo Davy el grandioso descubrimiento de las bases metálicas de la potasa y la sosa. Exponiendo la potasa cáustica á la accion de la pila voltáica, halló que no era conductora de la electricidad y que cuando se usaba una disolucion acuosa, solo el agua parecia sufrir descomposicion. Despues de varios ensayos sin éxito halló por último que el álcali, apénas humedecido con el aliento, adquiria la humedad bastante para hacerse conductor de la electricidad, sobreviniendo apariencias mui notables. En el polo positivo se presentó una efervescencia, y en el negativo se presentaron globulillos brillantes, de una apariencia perfectamente metálica; pero que inmediatamente se quemaban al exponerse al aire y parecian reproducir el álcali (1807). La dificultad consistia entónces en impedir la combustion del *potasio*; despues de muchos ensayos inútiles, consiguió por medio de la nafta conservarlo; y desde entónces se pudo recoger cantidad suficiente de este metal para ensayar y averiguar sus acciones y reacciones. Por el mismo proceso descubrió el *sodio*, base metálica del álcali llamado *mineral ó sosa*; y por los mismos medios y procesos han sido despues descubiertas las bases metálicas de la barita, la cal, la estronciana y la litina, con el nombre de bario, calcio, estroncio y litio.

No fué ménos feliz Davy en sus investigaciones sobre el *cloro* (1810). Los químicos estaban divididos respecto de las dos teorías diferentes y aun opuestas sobre la naturaleza del ácido muriático oxigenado ú oximuriático. El célebre Scheele lo habia considerado como una sustancia simple; Berthollet, por el contrario, le creyó como el ácido muriático oxigenado, y esta opinion sostenida por la autoridad respetable de este químico y corroborada por el asenso universal de todos los otros, no excitaba ya la curiosidad del exámen. El señor Davy la sometió á sus investigaciones y la echó por tierra, demostrándola como errónea. Gran disputa se trabó, muchas investigaciones se hicieron; y con experiencias inequívocas y una poderosa fuerza de argumentacion, estableció la verdad. La fama que el autor adquirió por este nuevo modo de investigar y raciocinar, no fué menor que la que le proporcionó su brillante descubrimiento de las bases alcalinas. De aquí empezó la teoría de los nuevos *sostenes de la combustion*. Hasta entónces se habia creído que solo el oxígeno mantenía la combustion. Davy aseguró que el *cloro ó clorina*, ántes llamado *ácido muriático oxigenado* y la *yodina*, eran tambien *sostenes de la combustion*. Despues se han agregado el *bromo* y el *fluoro*, como lo haremos notar en su oportuno lugar. Los resultados de sus útiles investigaciones fueron reducidos á un cuerpo de obra en sus *Elementos de Filosofía química*, de que desgraciadamente no publicó sino la primera parte. Poco despues sa-

lieron sus *Elementos de Química aplicada á la agricultura*, con algunas nociones y hechos prácticos muy útiles.

Este hombre ilustre tenia el afortunado tino de elegir como objetos de sus investigaciones, aquellos que eran de una grande utilidad práctica, ó que servian de base á una brillante generalizacion filosófica. Las *lámparas de seguridad* forman parte de sus descubrimientos. El gas hidrógeno carbonado, ó tufa de las minas, con frecuencia se inflamaba con las luces indispensables para el trabajo de ellas, y de aquí acontecian terribles explosiones que hacian enormes estragos en la vida y riqueza de los hombres. Hallando que la llama no se insinuaba por orificios capilares, le ocurrió la idea de hacer una lámpara cuya llama no comunicase con el aire exterior sino por medio de ellos: despues de varios experimentos, vió que bastaba una red metálica y que los faroles hechos con ella, a la vez que daban luz en una atmósfera viciada hasta apagarse, nunca inflamaban la porcion de gas inflamable en que se hallaban. Muchas vidas han salvado, muchas ruinas han evitado desde entónces estas benéficas lámparas de seguridad.

Este gran químico parecia no contentarse con una sola reputacion: consiguió la de profesor público en el Instituto Real. Su estilo era peculiar é impresivo; su elocuencia apropiada y vigorosa; sus experimentos brillantes y originales; su razonamiento agudo y refinado.

En 1820 sucedió al ilustre sir Joseph Banks en la presidencia de la Sociedad Real, continuó con sus tareas literarias y en 1827 se enfermó de parálisis de que murió por un acceso repentino en Ginebra (1829), á la edad de 52 años. Sigamos la historia.

Hemos ya bosquejado los pasos que condujeron á Pfaff, al doctor Higgins de Dublin y al profesor Richer de Berlin, al descubrimiento de las proporciones definidas en que se unen los elementos primarios y secundarios para la composicion tambien primaria y secundaria de los cuerpos. Poquisimos descubrimientos han dado generalizaciones mas bellas é importantes y que mas hayan facilitado los trabajos operatorios de la ciencia.

Esta teoria fué acogida é ilustrada por Davy y sus *Elementos* son el primer libro en que ella fué generalmente aplicada, mientras que al mismo tiempo recibia un grande esclarecimiento por el célebre Gay Lussac en Francia. Mas á Wollaston debemos su sistemática promulgacion y la admirable idea de poner en una tabla sinóptica los equivalentes ó las proporciones definidas relativas de los elementos primarios y secundarios de los cuerpos. Este laborioso y sagaz filósofo habia, desde mucho ántes, anunciado la importante doctrina de las proporciones multiples en la composicion de las sales superácidas y sub-ácidas; mas entónces patentizó las muchas aplicaciones prácticas que esta teoria proporcionaba, y uniendo la escala de los números equivalentes con la regla movable construida por el método de Gunter, puso en las manos de los químicos un

instrumento infinito en sus usos y tan esencial al estudiante y al profesor y al químico práctico, como al manufacturero.

Wollaston aparece en la escena de los químicos caracterizado siempre por investigaciones y descubrimientos importantes. Su tratado sobre los cálculos urinarios, publicado en 1797, fué seguido de su descubrimiento del *paladio* y *rodio* (1804 y 1805), metales siempre compañeros de la platina y asociados con el *osmio* é *iridio*, que hacía el mismo tiempo descubrió Tennant. En 1809 demostró que el *tántalo*, metal que se suponía nuevo, era el mismo *columbio*, ántes descubierto por Hatchet; y poco ántes de su muerte, acontecida en 1828, todavía en la edad vigorosa de 53 años, publicó su método de hacer maleable la platina. Este filósofo, de reputacion europea, se distinguía por sus métodos de hacer las experiencias, mui sencillos y satisfactorios; por la claridad de sus consecuencias teóricas y por la gran reserva con que establecía proposiciones generales. El se valia de un método peculiar de hacer las investigaciones microscópicas, cuyas ideas comunicaba mui generosamente al que las solicitaba. La pérdida de dos hombres tan ilustres como Davy y Wollaston en el corto espacio de seis meses y cuando apenas habian salido de la medianía de la vida, fué considerada por los sabios de Inglaterra como una verdadera calamidad nacional.

Hemos ya llegado á la parte mas grandiosa del cuadro de la ciencia: la época actual. Mas el desarrollo de la historia se va haciendo con el mismo progreso espléndido de la ciencia: á cada paso nombraremos con sus innumerables trabajos á Berzelius (de Suecia), considerado como el primer químico del Norte, á Stromeyer, Turner, Liebig, Thenard Orfila, Dumas, Thomson, Brande, Daniell, al profesor americano Hase, todos en la primera línea y otros infinitos en una escala inferior, pero todos figurando en el cuadro de una ciencia, que junto con la mecánica, forma el eje sobre que giran todas las industrias, todas las fuerzas materiales de los mas ilustrados y opulentos Estados.
