

A. 25020  
ORACION INAUGURAL

LEIDA

POR EL DOCTOR

D. BONIFACIO VELASCO  
Y PANO,

CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE FARMACIA,

EN EL ACTO SOLEMNE DE LA APERTURA DEL CURSO

DE 1870 Á 1871,

EN LA

UNIVERSIDAD DE GRANADA.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
GRANADA

N.º Documento 246989

N.º Copia 246997

GRANADA.

IMPRENTA DE D. INDALECIO VENTURA.

1871.

333816

On a dit souvent que la chimie est, de toutes les sciences, la plus mobile, la plus progressive, pour prendre le mot dans sa signification la plus avantageuse. Les systèmes d'explication varient, en chimie, avec une si grande rapidité, que l'on est à peu près hors d'état de les comprendre quand on a négligé de suivre pendant quelques années les progrès de cette science.  
(L'année scientifique et industrielle, par Louis Figuier. - 1869).

EXCMO. É ILMO. SR.

AL tener que dirigir por primera vez mi poco autorizada voz desde este sitio, y con motivo tan solemne como es el que nos tiene reunidos en este momento, no es de extrañar que mi ánimo se encuentre embargado por la emoción que siente, al pensar que van á quedar defraudadas las justas exigencias de tan respetable Claustro. En este santuario de la ciencia, y desde esta sublime cátedra, han elevado su voz los mas ilustres varones que han cultivado el árbol del saber en sus diversas manifestaciones, y nunca he echado de menos sus brillantes dotes, hasta este momento en que una prescripción reglamentaria me ha conducido á inaugurar un nuevo curso académico. Por otra parte, representante de una facultad cuyos estudios están basados en ciencias que no cifran su mérito en las galas del decir, ni en la eufonia de sus frases, no espereis de mí un documento literario engalanado con la armonía que encanta los oidos, sino que usando el lenguaje severo de estas mismas ciencias, voy ha ex-

1881

poner á vuestra sábia consideracion *los diversos sistemas de enseñanza que se han seguido para el estudio de la Química.*

Al elegir este tema, lo he hecho obligado por la necesidad, puesto que no pudiendo resistir mi vista el conjunto de todos los rayos que constituyen la luz de la ciencia universal, me he visto en el caso de tener que aislar uno de ellos, aquel en que distingo los objetos con alguna claridad, para hacer que esta, que considero mi primera leccion en el presente curso, pueda, ya que no ilustrar al sábio auditorio que me escucha, ser de alguna utilidad para mis alumnos, hácia los que me unen las mas vivas simpatías y á quien dedico siempre todos mis trabajos científicos.

Por eso vereis aquí al Profesor que trata de exponer las diversas doctrinas que han dominado en la ciencia que está llamado á difundir, y de su exámen y juicio crítico sacar deducciones útiles para emprender el estudio de la misma.

Para hacer un trabajo digno de fijar vuestra atencion, seria preciso ir recorriendo las diferentes fases porque ha pasado la ciencia desde su origen hasta la época actual, y todo con una erudicion y copia de datos de que yo carezco, siendo esto además demasiado prolijo para encerrarlo en los estrechos límites de un discurso; así que, despues de ligeras indicaciones acerca de la ciencia antigua, fijaré solo mi atencion en las teorías de la Química moderna, que son las que le han dado verdadero carácter científico, y aun así la cuestión es harto extensa y difícil para que no os recuerde que me oigais con benevolencia, porque solo confiando en ella es como me atrevo á abordar tan interesante tema.

Para exponer los diversos métodos de estudio que se han seguido en una ciencia cualquiera, es preciso examinar su desarrollo sucesivo, leer la biografía de sus fundadores, y comprendiendo de este modo las fases porque ha pasado, se puede venir á trazar un plan filosófico é histórico que nos lleve al objeto que nos proponemos desarrollar. Teniendo presente esta idea, hagamos algunas indicaciones acerca de lo que era la Química antes de constituir una ciencia de primer orden. Obedeciendo á un

movimiento oscilatorio que la conducía unas veces á dar mas importancia á la teoría, otras á la práctica, podemos asegurar que la Química ha estado tan atrasada hasta fines del siglo pasado, porque no existía ese perfecto equilibrio que estableció el genio del inmortal Lavoisier, entre el que observa y el objeto sometido á la observacion. Desde esta época los que se dedican á esta ciencia tienen una cosa de comun, que es el método. Este método, cuya introduccion en el estudio y enseñanza de la Química es de tanta importancia, está basado en la observacion y la experiencia: él nos enseña á que tengamos una fe completa en el testimonio de los sentidos; una confianza sin límites en la experiencia, y una completa sumision ante el poder de los hechos. Es preciso ver con los ojos del cuerpo antes de emplear los del espíritu; es preciso sentar teorías por los hechos y no buscar los hechos por las teorías preconcebidas. Que solo de este modo podemos adelantar en ciencias naturales, nos convenceremos si queremos reflexionar un poco sobre el modo como adquirimos nuestros conocimientos.

Las ideas en nuestra infancia nacen de nuestras necesidades; la sensacion de estas hace nacer la idea de los objetos propios para satisfacerlas, é insensiblemente, por una série de sensaciones, de observaciones y de análisis, se forma una generacion sucesiva de ideas ligadas todas unas con otras, y de que un observador atento aun puede hasta cierto punto hallar el hilo y encadenamiento, y que constituyen el todo de cuanto sabemos.

La primera vez que nos dedicamos al estudio de una ciencia, nos hallamos, respecto de ella, en un estado muy análogo al de los niños, y el orden que debemos seguir es precisamente el que lleva la naturaleza en la formacion de sus ideas. Igualmente que en el niño, la idea es una consecuencia, un efecto de sensacion, y esta es la que hace nacer la idea. Del mismo modo en los que se dedican al estudio de las ciencias físicas, las ideas no deben ser otra cosa que una consecuencia inmediata de una experiencia ó de una observacion.

Permitaseme añadir; el que entra en la carrera de las ciencias, está, respecto de ellas, en una situacion aun menos ven-

tajosa que el niño que adquiere sus primeras ideas. Si este se engaña sobre los efectos saludables ó dañosos de los objetos que le rodean, la naturaleza le suministra medios abundantes para rectificarse. A cada momento se rectifica por la experiencia el juicio que habia formado. A un juicio falso se siguen luego la privacion ó el dolor; por el contrario, á uno recto sucede el gusto y el placer. Con semejantes maestros pronto se juzga con rectitud, y conviene acostumbrarse á razonar exactamente cuando no se puede de otro modo, so pena de exponerse á errar.

No sucede así en el estudio de las ciencias; los juicios falsos que hacemos, ni interesan directamente á nuestra existencia, ni á nuestro bienestar, ni interés físico alguno nos obliga á rectificarlos; por el contrario, la imaginacion, que aspira continuamente á conducirnos mas allá de lo verdadero; la confianza en nosotros mismos, que toca tan cerca al amor propio, nos está hostigando á que saquemos consecuencias que de ningún modo se derivan de los hechos; no es, pues, de admirar que en los tiempos inmediatos al nacimiento de la Química, se hayan hecho suposiciones en vez de conclusiones; que estas hipótesis, pasando de edad en edad, se hayan transformado en preocupaciones; y que estas se hayan adoptado y tenido por verdades fundamentales, aun por sublimes talentos.

El único medio de evitar estos extravíos de la imaginacion, consiste en suprimir, ó por lo menos en simplificar lo posible el razonamiento que está de nuestra parte, y que solo él puede desengañarnos, sometiéndose de continuo á la prueba de la experiencia; en no conservar mas que los hechos que son verdades suministradas por la naturaleza, y no pueden engañarnos; en no buscar la verdad sino en el encadenamiento de las observaciones y de las experiencias, y sobre todo en el orden en que se nos presentan, así como los matemáticos llegan á la solución de un problema por la ordenacion simple de los datos, y reduciendo su razonamiento á operaciones tan sencillas y á juicios tan cortos, que jamás pierden de vista la evidencia que les sirve de guia.

Si los químicos de todas épocas hubieran sometido sus juicios

á la irresistible lógica de los experimentos, la ciencia no hubiera permanecido en el notable atraso en que ha estado sumida por espacio de tantos siglos; examinaremos las causas que obligaron á los antiguos á no aceptar para el estudio de esta ciencia el método de enseñanza que seguimos en la actualidad, para lo cual no tendremos que hacer otra cosa que apuntar algunos rasgos históricos que caracterizan á los dedicados á esta ciencia en las diversas edades del mundo.

Las tres grandes épocas que abraza la historia de la humanidad, están perfectamente marcadas en los anales de la Química; cada una de ellas tiene un sello especial que caracteriza el giro que sucesivamente ha tomado el entendimiento humano.

En la primera época, la inteligencia, libre de la supersticion y de los juicios sistemáticos, goza de libertad para observar los hechos, y aun cuando la ciencia no existia, habia materiales suficientes para darle origen; faltaba solo reunir los elementos que se hallaban esparcidos en las diversas industrias y artes que entonces se profesaban, para formar con ellos un verdadero cuerpo de doctrina.

La práctica precede á la teoría. Entrad en un museo arqueológico y allí vereis objetos de la industria humana, arrancados al seno de la tierra despues de centenares de siglos, que prueban la civilizacion de esos pueblos de Oriente que hace tiempo han desaparecido de la escena del mundo. Magníficos esmaltes, brillantes materias tintoriales, vistosos vidrios de colores é instrumentos de aleaciones metálicas diversas, se fabricaban en una época en que el Occidente de Europa estaba aun sumido en las tinieblas de la barbarie. Las artes y la industria son mas antiguas que la ciencia que debe conciliar la teoría con la práctica, y á su vez las artes y la industria no son sino el resultado de las necesidades del hombre. Ante las exigencias del cuerpo, el espíritu renuncia por un momento al instinto de curiosidad que le arrastra hácia lo desconocido. De aquí el que primero se hayan estudiado hechos de una aplicacion inmediata, y mucho despues teorías especulativas.

En esta época, que abraza toda la antigüedad hasta el mo-

mento de la lucha del cristianismo naciente con el paganismo que agoniza, existe un hecho dominante, que es la union íntima entre la religion y la ciencia, por cuya razon á la Química se le daba el nombre de *arte sagrado*. Los sacerdotes de Egipto fueron los primeros encargados de enseñarla, y en los templos de Tebas y de Menfis era donde los *iniciados* practicaban la *ciencia divina*, nombre que daban tambien al arte sagrado. Apoyándose sin duda en algunos sencillos experimentos, venian siempre á sacar deducciones que tenian cierta relacion con sus dogmas.

Del hecho sencillo de la vaporizacion del agua, que como sabemos siempre deja algun residuo fijo que son las sales que lleva en disolucion, sacaban la consecuencia de que este líquido se cambiaba en aire y tierra. De la calcinacion de los metales y de la reduccion de las *cales metálicas* por medio de sustancias ricas en carbon como son todos los vegetales, deducian tambien que los metales *morian* en contacto del aire y del calor, y que bajo la influencia del fuego purificador, los granos de trigo tenian la propiedad de resucitar, de *revivificar* el metal, y creian que este fruto era el simbolo de la resurreccion ó de la inmortalidad, como parece atestiguarlo esos saquitos de trigo que se han encontrado al lado de las momias egipcias.

Estos ejemplos nos prueban que creian en la trasformacion de la materia, y de la trasformacion á la metempsicosis no habia mas que un paso. La ciencia no podia adelantar en esta época, puesto que las alegorias misticas y el simbolismo religioso del paganismo, la habian separado de la verdadera senda del progreso, que es la experiencia y la publicidad, pues estaba prohibido bajo las penas mas severas, el que otros, que los sacerdotes, fueran los iniciados en el arte sagrado.

Pero si la ciencia no adelantaba, en cambio las artes, de ella tributarias, sufrían un notable desarrollo por efecto del espíritu dominante de la época. A la construccion de los monumentos inspirados por las creencias religiosas, deben las artes en la antigüedad todo su esplendor. Los templos, las estatuas consagradas á los dioses, el Arca de la Alianza, el ornamento de los idolos, las vestiduras de los sacerdotes, nos enseñan de una mane-

ra elocuente la union íntima del genio del artista con la fe y la ciencia.

A los ádeptos al arte sagrado, siguieron los alquimistas, que participaban hasta cierto punto de las ideas de los químicos de la escuela de Alejandria, puesto que sentaban como principio general «*que en la naturaleza nada perece, todo se transforma.*» De aquí el que guiados por lo que ellos consideraban como un axioma, mortificaran los cuerpos con el solo y exclusivo objeto de verificar la trasformacion de la materia. Su famosa teoría sobre *la trasmutacion de los metales*, se apoya sobre hechos positivos, incontestables, pero comprendidos é interpretados de un modo muy distinto de como lo son hoy dia. Así, por ejemplo, el plomo desaparecia cuando se le calcinaba en copelas hechas con polvos de huesos calcinados, no quedando mas que un boton de plata pura. No podian menos de deducir de este hecho, que el plomo se habia *trasmutado en plata*, porque ellos ignoraban que el óxido de plomo era absorbido durante la calcinacion por la sustancia que constituye la copela, y que la pequeña cantidad de plata que queda procede del plomo naturalmente argentífero. Los alquimistas sabian tambien que *el agua fuerte* disolvía al cobre, y que cuando en esta disolucion se introduce una lámina de hierro, el cobre renace, mientras que el hierro desaparece. Pongámonos en su lugar, y en presencia de este hecho, en apariencia tan sencillo, ¿no hubiéramos dicho como ellos, que *el hierro se cambia en cobre?* Lo que les faltó á estos químicos fué el hacer uso de la balanza: si este instrumento, indispensable en todo laboratorio, le hubieran usado los alquimistas, no habrian sido, en mas de una ocasion, presa del error y de la supersticion.

La alquimia es la Química de la *Edad media*, y no hay nada que caracterice mejor este periodo en que el espíritu de observacion se debilita; pues sometido á la autoridad espiritual, el pensamiento abandona el campo de la experiencia para refugiarse en el dominio de la expeculacion mística y espiritual. De aquí el origen de tanta doctrina extraña, forjada por la imaginacion de los *crisopoetas* ó *fabricadores de oro*, que es el nom-

bre que se da á los alquimistas en los tratados del arte sagrado.

El dominio de la Alquimia abraza todo el período comprendido entre el siglo IX y el siglo XVI hasta el advenimiento del método experimental. Confundidos los alquimistas con los magos y hechiceros, tenían que ocultarse del mundo para hacer la mayor parte de sus experimentos, puesto que vivían en una época en que toda invención era considerada como obra satánica, y daban en general tanto poder al diablo como á Dios. ¡Triste manera de comprender la omnipotencia del Ser Supremo! Se imaginaban realmente estar en relaciones con los demonios del infierno, y se ve en sus escritos evocar á veces á Belcebú, Astarot y Astarté, para que les iluminen en la realización de su bello ideal, en el descubrimiento de la imaginaria *pedra filosofal*. Se llamaban á sí mismo hechiceros y no oponían resistencia alguna cuando como á tales se les condenaba; el magistrado y el reo estaban en perfecto acuerdo. Subyugados por el espíritu dominante de la época, no podían pensar que uno y otro se equivocaban. Esto es muy sencillo. De la misma manera que no vemos el color del aire en medio de este inmenso océano que nos rodea por todas partes, así nos es imposible juzgar con acierto á la sociedad en medio de la que vivimos. Hay errores de perspectiva moral que no se distinguen sino á grandes distancias y despues que han pasado algunos siglos.

La Edad media es la edad de la superstición y de la ignorancia; preocupados los hombres mas notables con las guerras, sin cesar reinantes, solo oían el ruido de las armas y el estruendo de los combates, importándoles muy poco el estudio de las ciencias, que fueron á refugiarse al silencio de los claustros, que era el único sitio donde podía gozarse de alguna tranquilidad.

A pesar de que la Alquimia no era el estudio predilecto de los monjes, á ellos se puede decir que debemos el que este tiempo no haya sido completamente estéril para la ciencia; diganlo si no Rogerio Bacon, Alberto el Grande, Raimundo Lulio y Basilio Valentin, que sustrayendo algun tiempo á sus estudios teológicos, escribieron algunas obras importantes é hicieron descubrimientos notables, que les han colocado en un lugar preferente

en los anales científicos. Pero á pesar de los supremos esfuerzos hechos por estos hombres llenos de fe y de entusiasmo científico, puede decirse que durante este tiempo la ciencia pasó por un período letárgico. Pero esto no era mas que una muerte aparente; examinando las cosas de cerca, se descubre la razón. En la época á que me refiero, los químicos tenían buen cuidado de no exponer al público sus experiencias; pagarían su audacia con la prisión ó tal vez con la muerte. Alquimista era sinónimo de mago, y todos sabemos á las penas que estaban sujetos los acusados de hechicería. Hoy sucede todo lo contrario: un descubrimiento vale honores y recompensas, porque está en el ánimo de todos las inmensas ventajas que nos reporta la Química en sus inmensas aplicaciones; así que esta ciencia ha avanzado mas en lo que va de siglo que en todos los anteriores.

A los árabes de España se deben los principales trabajos hechos sobre la Alquimia en su primera época; de nuestra nación se esparció la luz por el resto de Europa, y todas cuentan hombres ilustres que se dedicaban á buscar la piedra filosofal, con el doble objeto de proporcionarse con ella la riqueza y la salud.

Durante la dinastía de los Abasides, las ciencias, abandonadas desde mucho tiempo, volvieron á ponerse en vigor. Almanzor, segundo Califa, se dedicó á la astronomía; Harum-Al-Rasquid, quinto Califa y contemporáneo de Carlo-Magno, hizo traducir varios libros griegos relativos á la Química. Donde quiera que los árabes dominaron, esparcieron los beneficios de la civilización. Bagdad, Basora, Kufa y Córdoba, tuvieron escuelas y bibliotecas públicas, á donde acudían los hombres ávidos de instruirse. (1)

(1) La Universidad de Córdoba tuvo durante mucho tiempo gran celebridad. La Capital de los emires de España fué la mas vasta del mundo; contenía mas de 250.000 volúmenes. En el siglo XII se contaban lo menos 70 bibliotecas en los Estados españoles dominados por los moros. Mích. Casiri, *Bibliotheca arabico-hispana-escurialensis*, 1760-1770-2 vol. in fol.—B. d'Herbelot, *Bibliotheca orientale*; Paris, 1697-in fol.

Los árabes se ocupaban mas de la medicina y de la farmacia (1) que de la Química propiamente dicha. Fijaron su atención particularmente en la preparación de los remedios, y bajo este concepto nos hicieron verdaderos servicios, como lo atestiguan los nombres caldeos arabizados, tales como *alcohol* (cosa que arde), *álcali* (cosa quemada), *borax* (blanco), *elixir* (esencia), *laca* (resina), conservados aun en nuestra nomenclatura.

A pesar del Koran, que prohibía formalmente las prácticas de la magia y de la alquimia, los árabes abrazaron con ardor las doctrinas místicas del arte sagrado y de la filosofía neo-platoniana, de la cual Yeber ó Geber (Djabar Al Koufi) á mediados del siglo VIII, fué uno de los mas celosos propagadores, y se le puede considerar como el restaurador de la ciencia. En *Thus* ó *Thusso*, pueblo de Khorasan, provincia de Persia, escribió sobre la Química varias obras, (2) en las cuales se hallan cosas bastante buenas.

(1) Los árabes son los que han creado, hasta cierto punto, la profesión del farmacéutico, puesto que ellos fueron los primeros que la distinguieron de la del médico. Sus gobiernos ejercían una severa vigilancia sobre todos los establecimientos de farmacia, estableciendo farmacopeas las escuelas de Djondisabar, Córdoba, Toledo y otras poblaciones importantes sometidas á la dominación árabe. De estas sabias disposiciones, fué de donde tomó el Emperador Federico II en 1233, los principales artículos de una ley que por espacio de mucho tiempo estuvo vigente en el reino de las Dos Sicilias. Según esta ley, todo médico se comprometía á denunciar al farmacéutico que vendiera malos medicamentos. Los profesores de farmacia se dividían en dos clases: 1.º Los *stationarii*, que vendían los medicamentos simples y las preparaciones magistrales con arreglo á una tarifa hecha por autoridades competentes: 2.º Los *confectionarii*, cuya misión era el ejecutar fielmente las ordenanzas del médico. Por último, todos los establecimientos farmacéuticos estaban sometidos á la vigilancia de un *Collegium medicorum*. (*Constitutione Neapolitanæ et Siculæ* LIII, tit. XXXIX, L. 2, apud. Lindenberg, Cod. Legum antiquarum; Francf. 1613, in fol.)

Los árabes deben, pues, considerarse, mas que como padres de la Química, como los fundadores de la farmacia.

(Histoire de la Chimie par. F. Hæfer-Deuxième édition.-T. 1, p. 359.)

(2) He aquí la lista de las principales: *Summa perfectionis magisterii*.

Escribió con bastante claridad sobre la *destilacion, calcinacion, solucion, coagulacion, copelacion y reduccion*; y dió reglas para la preparación de algunos cuerpos, como la *sal de álcali* (potasa cáustica), (1) *sal amoniaco*, (2) *sal de la orina*, el *agua fuerte* y *agua régia*, (3) *pedra infernal, sublimado corrosivo, precipitado rojo, higado de azufre* y *leche de azufre*.

En el siglo X, Rhases (Aboubek Mohammed Ben Zacharia), médico del hospital de Bagdad, aplicó el primero la Química á la medicina y dió recetas farmacéuticas de las cuales algunas aun se conservan.

En el siglo XI, Avicena (Al-Hussein Abou-Ali Ben Abdalla Ebn Sina), el príncipe de los médicos, aplicó como Rhases la Química á la medicina, y escribió dos obras de alquimia, la una titulada *Tractatus alchemiæ*, y la otra de *Conglutinatione lapidum*. Su mérito y conocimiento lo elevaron al cargo de gran Visir del sultan de Magdal, pero por los excesos á que se habia entregado, le depusieron de este empleo.

La ciencia, que como se ve residía en los orientales, fué transmitida despues á los pueblos de Occidente: cuando los franceses ocuparon el imperio griego en la mitad del siglo XIII, tra-

—*Summa collectionis complementi secretorum naturæ.—Compendium.—Testamentum.—Fragmentum de triangulis sphericis.—Libri de rebus ad astronomiam pertinentibus.* (Biblioteca imperial de Paris.)

(1) Aconseja el mismo método que se sigue hoy: «lómense dos partes de cenizas y una parte de cal viva, y se coloca todo sobre un filtro con agua: el líquido que pasa se evapora y la sal queda bajo la forma sólida.»

(2) Calentando en un vaso de sublimación (*sin alto aludele*) una mezcla de dos partes de orina humana, una parte de sal comun y parte y media de negro de humo. (Este tenia por objeto dividir mejor la mezcla.)

(3) Tomad una libra de vitriolo de Chipre, libra y media de nitro y un cuarteron de alumbre de Jameni; someted todo á la destilación para extraer un líquido que tiene una gran fuerza disolvente. Esta fuerza es aun mayor cuando se añade un cuarteron de sal amoniaco, porque entonces este líquido disuelve el oro, la plata y el azufre. *Histoire de la Chimie* par Ferdinand Hœfer. t. 1.º p. 337 y 339.

ieron gran número de manuscritos que se esparcieron por todos los Estados de Europa, con quien ellos sostenían relaciones, y dieron lugar á que la ciencia entrara en la senda del progreso; así es que el intervalo comprendido entre este siglo y el siglo XVI, es la edad de oro de la *química de los espiritualistas*, es decir, de la alquimia.

La experiencia empezaba ya á evocarse como un poderoso auxiliar para llegar al conocimiento de los fenómenos naturales; pero no había valor suficiente para proclamarla como exclusiva, puesto que la alquimia estaba íntimamente ligada con la filosofía escolástica. Las *meteorológicas* de Aristóteles eran invocadas por los alquimistas como una autoridad superior á la experiencia, y apenas se atrevían á oponerse á las proposiciones sentadas en la *Physica* del Stagirita. La célebre proposición de que «*las especies no pueden transformarse unas en otras,*» fué combatida por los alquimistas que admitían la trasfiguración ó transformación de la materia en el sentido más lato de la palabra. Los más sabios, á cuya cabeza debemos colocar á Alberto el Grande y Rogerio Bacon, admitían con algunas restricciones la proposición de Aristóteles.

Clérigos y laicos se entregaron con ardor al estudio de la alquimia; todas las naciones se llenaron de investigadores de la piedra filosofal, y se cuentan entre ellos monjes, reyes, obispos y hasta un papa; creyendo algunos con tal entusiasmo la realización de la *grande obra*, que sacrificaban su fortuna, tiempo y salud por llegar á su ilusorio objeto.

Los trabajos inmensos á que se dedicaron contribuyeron al adelanto de la Química, y las principales conquistas realizadas en esta ciencia durante los siglos XIV y XV, fueron la aplicación de la pólvora á los instrumentos de guerra, el descubrimiento de la imprenta, de la brújula, la fabricación de los vidrios coloreados (que ya debían conocer los antiguos), la preparación á la vez sencilla y más científica de los ácidos minerales y de algunos compuestos metálicos, la fabricación del papel de trapos, etc., etc.

De todos estos trabajos apenas podemos deducir datos segu-

ros acerca del método de enseñanza que ellos seguían, porque en general todos escribieron de un modo tan oscuro y embrollado sobre el arte químico, que no es posible comprenderlos, con lo cual ellos satisfacían sus pretensiones, que en general eran muy superiores á su saber. Rodeados de una sociedad supersticiosa é ignorante, sacaban partido de sus conocimientos para alucinarla, y bajo este concepto, entre los estudios que tienen por objeto los fenómenos de la naturaleza, la Química es acaso la más rica en hechos propios para excitar la imaginación. Los experimentos más sencillos, no comprendiéndolos, pueden pasar como maravillosos. Cuando se mezcla mercurio de un color blanco de plata, con azufre amarillo de limón, resulta un producto nuevo tan negro como el plumaje del cuerpo; si este cuerpo se sublima adquiere un rojo magnífico. ¿Cuántos ejemplos no podríamos citar parecidos á este, en que las sustancias presentan las tintas irisadas del pavo real (hidroquinon verde), y la variedad de colores de la piel del camaleón (permanganato potásico)? ¿Qué no pensarían los químicos de la Edad media cuando se les presentaban fenómenos tan maravillosos, creyendo, como creían en la influencia de seres sobrenaturales y misteriosos? Su superstición les conducía á la alegoría, y así el hecho que acabo de citar sobre la formación del *etíope mineral* y del *cinabrio*, lo expresaban ellos diciendo que era el *águila negra* que se cambiaba en *león rojo*. Así que usando este lenguaje era imposible comprenderlos.

Entre tantos embaucadores, verdaderos mercaderes del entendimiento humano, brillaron como astros luminosos en medio de las tinieblas, algunos filósofos que, por su buen juicio y sana doctrina, enaltecieron la ciencia que otros trataron de desnaturalizar; sus nombres han quedado para siempre grabados en los anales científicos, y es un acto de verdadera justicia el evocar su recuerdo en este momento.

Ocupa el primer lugar entre los filósofos, físicos y teólogos de la Edad media, Alberto el Grande, dominico de Colonia y después Obispo de Ratisbona (maestro de Santo Tomás de Aquino), se adquirió reputación de mágico y compuso una obra llena de

procederes alquimistas. Tritheim dice de él: «*Magnus in magia naturali, major in philosophia, maximus in Theologia;*» estas palabras reasumen elocuentemente la vida del gran Alberto.

Rogero Bacon era á la vez físico, químico, matemático, astrónomo y médico. Se le atribuyen varias invenciones, de las cuales solo una bastaría para inmortalizarle, tales como la cámara oscura, el telescopio y la pólvora; habia hecho un carro movedido, una máquina para volar, una cabeza que hablaba, etc. Era fraile franciscano, y le pusieron por nombre el *Doctor admirable*; la acusacion de magia que hicieron contra él, obligó á sus hermanos á encarcelarlo. El monje Rogero tuvo la audacia de sustituir á la autoridad de Aristóteles, la autoridad de la experiencia, y se rodeó de gran número de jóvenes á quienes enseñaba, y que le ayudaban á su vez en sus investigaciones experimentales.

Arnaldo de Villanueva goza de una gran reputacion como médico y como alquimista, y si se hubiese de creer á algunos escritores, era un prodigio de ciencia. Enseñó la medicina y la alquimia en Barcelona, fué primer médico del Rey de Aragon Pedro III, y por sus opiniones poco ortodoxas, fué excomulgado por el Arzobispo de Tarragona; con este motivo se refugió en París, de donde tambien tuvo que salir por una acusacion fulminada sobre él, de tener relaciones con el diablo y transformar placas de cobre en oro. Por último se retiró á Montpellier, donde ocupó durante algunos años una cátedra en la facultad de medicina.

Raimundo Lulio (Ramon Lull) goza de un renombre igual al de Arnaldo de Villanueva, su maestro, á quien parece haber tomado por modelo. No hay duda que existieron dos escritores del mismo nombre, uno el sábio mallorquin llamado el *Doctor iluminado*, autor del *Ars magna et ars brevis*, y el otro alquimista, algunos años posterior al primero. Esto permite explicar las muchas contradicciones cronológicas que se encuentran en su biografía.

Los holandeses Isac, padre é hijo, fueron tambien dos céle-

bres alquimistas del siglo XV, cuyas obras eran muy estimadas por Boyle y Kunckel.

Basilio Valentin, benedictino de Erfur, Prusia, compuso una obra sobre el antimonio, á la que dió el nombre ostentoso de *Currus triumphalis antimonii* y que fué comentada por Kerkringio. Se hallan en este libro muchas preparaciones que se presentaron despues con nombres nuevos y han tenido mucha aceptación para la curacion de las enfermedades.

Estos modelos que acabamos de bosquejar, no son mas que aquellos que se distinguieron por sus miras filosóficas, exentas en la mayor parte de las preocupaciones de sus contemporáneos; y sus escritos, que aun se conservan, nos dan una idea clara del estado de la ciencia en la época en que parece como que su destino era caminar de locura en locura á la realizacion de una utopia ridícula.

Por lo que se lleva dicho hemos podido comprender que de las dos épocas que acabamos de recorrer, la primera, anterior á la Edad media, tenia una tendencia materialista asociada á teorías anteriores á la experiencia; la segunda, que comprende toda la Edad media, tenia una tendencia espiritual y mística. En la primera los hechos, aunque en corto número, eran invocados como una autoridad; en la segunda, el espíritu expeculativo imponia silencio á la observacion.

Por fin llegamos á la tercera época, que es la nuestra, en que la ciencia se manifiesta revestida de sus formas severas y rodeada de pruebas, mas propias para convencer á la razon que para hablar á la imaginacion. Los importantes descubrimientos del siglo XV fueron el prelude de una nueva era. La instruccion, el saber, los tesoros literarios y científicos dejaron de ser patrimonio exclusivo de algunas personas privilegiadas por su nacimiento y su fortuna, desde el momento en que Gutemberg, Schœffer y Faust, inventaron el arte (que no tiene rival) de multiplicar hasta el infinito las obras de la inteligencia, poniéndolas al alcance de todos por medio de esa gran palanca de la igualdad social llamada IMPRENTA.

Los tres siglos que preceden inmediatamente al nuestro for-

man una época única en los anales de la humanidad. El espíritu humano, después de un largo letargo, resucita á la voz de la experiencia y á la llamada de la razón. Los descubrimientos del siglo XVI sirven para alimentar el espíritu del siglo siguiente, y el siglo XVIII descubre lo que el XVII buscaba. ¡Qué magnífico espectáculo el de estas ciencias y artes que se desarrollan y agrandan en proporciones tan gigantescas!

El advenimiento del *método experimental* llegó á minar por diversas vías el edificio de la autoridad tradicional, y los filósofos dejaron ya de jurar por Aristóteles, oponiendo la *experiencia* á la expeculación, idea que habia ya enunciado el fraile Rogerio Bacon hacia 500 años, y que por una coincidencia de nombres debia proclamar su homónimo el Cauçiller, como indispensable para reconstruir todo el edificio de los conocimientos humanos.

A la cabeza del movimiento que debia imprimir una nueva dirección á la ciencia Química, se colocaron *Paracelso*, que con el rudo lenguaje de un reformador, clama contra los hipocritas y galenistas; *Bernardo Palissy*, que declara con la franqueza de un puritano, que se necesita haber perdido la razón para no poner el libro de la naturaleza ante los libros antiguos, y *Jorge Agrícola*, que comprendiendo con el espíritu del verdadero filósofo de buena fe toda la importancia del método experimental, ensayó, con éxito, el aplicarle al estudio químico de los metales.

*Aurelius Philippus Theophrastus Paracelsus Bombastus ab Hohenheim*, que es como se llamaba á sí mismo el médico suizo Paracelso, es un hombre original y del que se han emitido opiniones muy diversas. Como químico, sus escritos no contienen nada que no se haya repetido mil veces por los Theósofos alejandrinos, por los árabes, por Alberto el Grande, R. Bacon, R. Lulio, etc. En general se ocupó mucho menos de la piedra filosofal que de la *panacea universal*, es decir, de un medio propio para prolongar la vida indefinidamente, la cual pretendia haber descubierto y la llevaba siempre consigo, entregándose á los mayores excesos, lo que le ocasionó la muerte en 1551 á la edad

de 48 años, en el hospital de Salzbourog, después de haber prometido casi la inmortalidad por el uso de sus secretos.

Para mí, el mérito de Paracelso es la reforma que quiso introducir en el estudio de la Química, indicando ya la importancia de la experiencia, é hizo desde su cátedra (1) una guerra terrible á los «Doctores de guante blanco, que temian ensuciar-se las manos en un laboratorio de Química.» Quiso erigirse en reformador, y dirigiéndose á los médicos, les decia entre otras cosas: «Vosotros, que después de haber estudiado á Hipócrates, Galeno y Avicena, creéis saberlo todo, pues no sabéis nada, puesto que prescribís medicamentos y no conocéis el arte de prepararlos. La Química nos da la resolución de todos los problemas de fisiología, de patología y de terapéutica: no conociendo la Química, estareis siempre envueltos en las tinieblas de la mas crasa ignorancia.» Este afán de hacer comprender á los médicos la necesidad del estudio de la Química, era en Paracelso ya sistemático, puesto que queria desterrar por completo el uso de los medicamentos galénicos. Toda su terapéutica se reducía á la proposición siguiente: «*El hombre es un compuesto químico; las enfermedades reconocen como causa una alteración cualquiera de este compuesto; es necesario, pues, usar medicamentos químicos para combatir estas enfermedades.*» Esta proposición era, para los partidarios de la *Química médica* (Chemiatría), de la que Paracelso es el jefe, un verdadero axioma.

A partir de Paracelso empieza una nueva era para la Quimi-

(1) Segun M. Dumas y Renuad, ocupó la primera cátedra de Química que se fundó en el mundo, que fué en Basilea el año 1527. F. Hœffer, atestiguando con el *P. Ramus, orat. de Basilea, p. 170*, dice sobre esto lo siguiente: «El senado de Basilea le llamó en 1526 para desempeñar una cátedra de cirugía y de física, y no de Química como se ha dicho. Paracelso explicaba en alemán con gran escándalo de los demás profesores, que todos daban sus lecciones en latín. El primer día que se presentó á sus discípulos, hizo llevar al medio de la clase las obras de Hipócrates, Galeno y Avicena, y las prendió fuego diciendo: «*Que su sombrero, sus barbas y sus zapatos, sabian mas que todos los médicos de la antigüedad reunidos.*»

ca, porque abriendo enseñanzas públicas, se la aseguró la perpetuidad. Vemos, despues de él, sucederse ya los químicos con toda regularidad y dividirse en tres clases: los filosofalistas ó alquimistas, los médico-químicos y los hombres de experiencia y de buena fe. Desde entonces existe una línea bien marcada entre los químicos propiamente dichos y los investigadores de la piedra filosofal, cuya estrella declinaba por momentos, hasta el punto de que al recordar los eminentes alquimistas de la época anterior, no podemos ni debemos citar ninguno, porque todos son bien poco conocidos; tales como el Cosmopolita, cuyas aventuras, mas bien que sus trabajos científicos, le han hecho célebre; Price, de la Sociedad Real de Lóndres, que pretendia, en 1783, haber descubierto unos polvos para hacer plata y oro, y que se suicidó al exigirle este cuerpo científico que operase en su presencia, lo cual hizo con tan mal éxito, que demostró su engaño ó impostura.

Mientras que los filosofalistas se confundian en esfuerzos en sus laboratorios, *Van-Helmont* y algunos otros discípulos de Paracelso, dotados de una ciencia y erudicion vastisima, se entregaban con ardor á investigar la aplicacion de la Quimica á la medicina.

Al lado de estos químicos, ó pretendidos químicos, se manifiestan hombres que, penetrados de la necesidad de aclarar todos sus juicios por medio de la experiencia, se distinguen completamente de las dos clases precedentes. Tales como *Cassius*, que ha dado el nombre al *precipitado púrpura* que producen las sales auricas en contacto del cloruro estannoso; *Livabius*, médico y director del Colegio de Cobourg en 1606, que tambien se ha eternizado con su *licor fumante* (biclورو de estaño), y *Glauber*, á quien se deben diversos descubrimientos, y que usando aun el lenguaje enfático de los alquimistas, llama *sal admirable* al sulfato sódico. En esta misma categoria debemos colocar con justo título á *Jorge Agricola*, autor de la primera obra de Quimica metalúrgica que se conoce. Su libro «*De re metallicá*» nos sorprende siempre que lo leemos, por la claridad de ideas y por la exactitud de sus descripciones.

Bernardo Palissy, de quien hemos hecho mencion, es el representante de la *Química técnica*, de la ciencia aplicada á la agricultura, á las artes del alfarero, vidriero, esmaltador, etc.; tenia de Paracelso la franqueza y perseverancia, y de Agricola la solidez de su saber. Perdió toda su fortuna en investigaciones para obtener la porcelana, lo que al fin consiguió, pudiendo de esta manera recuperar lo perdido, y fué nombrado artista del Rey y de los grandes de su época; hizo grandes servicios á la Química y fué el primer profesor de Historia Natural de Francia. Era aun muy niño el Canciller Bacon, cuando el célebre y dramático inventor de las *figuritas de barro* (rustiques figulines), enseñaba ya públicamente que para llegar á la verdad era necesario consultar á la experiencia. «Yo no tengo, decia, otro libro que el cielo y la tierra, el cual todos conocen y pueden leer.» Se debe á Palissy una obra muy notable, donde expone con mucha profundidad de ideas y con extraordinaria sagacidad, las bases de una filosofía natural fundada sobre la observacion y la experiencia. Pone en presencia, bajo la forma de diálogo, la *práctica* y la *teoría* como á dos antagonistas, y presenta siempre á la práctica victoriosa é invirtiendo todos los razonamientos de la teoría, dejándonos ver su antipatía hácia los «físicos escolásticos cuya influencia amenazaba sofocar á la Química en su nacimiento.»

Este interminable suceso entre la teoría y la práctica, fué personificado por el *Profesor* y el *Demostrador*, encargados de enseñar la Química en el jardín del Rey, en tiempo de Luis XIV y Luis XV. El profesor, explanando sus ideas en las regiones de los principios abstractos, colocaba muy en alto su dignidad para descender á los detalles del laboratorio y ensuciarse sus dedos con polvo de carbon; este era la Teoría, el primer médico del Rey desempeñaba esta plaza. Luego que el doctor habia terminado su lección, llegaba el demostrador, que debia apoyar las vias especulativas del profesor con datos experimentales; este era la Práctica, y un farmacéutico era siempre el encargado de esta mision (1). Con la aparicion de los primeros profesores de Qui-

(1) Durante el reinado de Luis XIV, Vallot, primer médico, era el

mica en las escuelas, la ciencia recibe una nueva impulsión. La autoridad tradicional pierde cada vez mas de su prestigio, deja de ser invocada á medida que la observacion y la experiencia hacen valer sus derechos. La doctrina, tan universalmente respetada, de los cuatro elementos de Aristóteles (aire, agua, tierra y fuego) es combatida con un valor de que no habia ejemplo, y vemos probar desde el fondo del laboratorio ó proclamar desde lo alto de la cátedra que la Química conduce á reconocer la existencia de otros elementos.

A mediados del siglo XVII se fundan las sociedades sábias, que es uno de los acontecimientos mas notables de la civilizacion; los campeones mas decididos de las doctrinas del pasado, sienten su impotencia y deponen las armas; el *método experimental* es aceptado para la enseñanza de la Química y abre al progreso un campo ilimitado.

La guerra de los 30 años que desoló la Alemania; los trastornos civiles de la Gran Bretaña; los agitados reinados de Luis XIII y de la minoría de Luis XIV, retardaron el movimiento progresi-

---

profesor, y los farmacéuticos Nicolás Le Fèvre, primero, y Cristobal Glaser, despues, fueron demostradores. En tiempo de Luis XV, Bourdelain ocupaba la cátedra de Química, y el farmacéutico Rouelle era el demostrador. El profesor, acogido siempre con frialdad, terminaba invariablemente su leccion. Tales son, señores, los principios y la teoría de esta operacion, como el señor demostrador os lo probará con sus experiencias.» Inmediatamente aparecia Rouelle en medio de estrepitosos aplausos que le tributaba el auditorio, y casi siempre *Mr. le démonstrateur* invertia por sus experiencias las teorías de *Mr. le professeur*. Rouelle era un personaje muy original; tenia rasgos de Paracelso y de Bernardo Palissy. Llegaba á la clase de gran etiqueta, traje de terciopelo, peluca empolvada y pequeño sombrero bajo el brazo. Con calma, al empezar su leccion, se animaba por grados. Si su pensamiento llegaba á oscurecerse, se impacientaba y ponía el sombrero sobre una retorta, se quitaba la peluca y se aflojaba la corbata: despues, continuando su explicacion, se desabotonaba su gaban y chupa y se quitaba uno despues de otro. Estas distracciones le eran muy frecuentes, segun cuenta Grimm, su contemporáneo.

ROUELLE FUÉ EL MAESTRO DE LAVOISIER.

vo de la ciencia. Durante estas agitaciones políticas y religiosas, algunos de los mas selectos pensadores, prefiriendo el silencio y el retiro al ruido del mundo, tuvieron la idea de asociarse para diversos objetos de estudio y comunicarse mutuamente sus ideas y descubrimientos. De estos núcleos de asociaciones nacieron tres cuerpos sábios, que han ejercido una influencia incontestable en el progreso de las ciencias. El primero es *la Academia del cimento* en 1651, que ha ilustrado la Toscana. Once años despues se estableció la *Sociedad Real de Lóndres*, destinada á representar un papel no menos brillante y mas duradero, y por último, en 1666, *la Real Academia de Ciencias de París* vino á asociarse á este movimiento del espíritu humano.

Esta cuenta entre uno de sus primeros miembros á *Nicolás Le Fèvre*, hombre distinguido, que puede servir de tipo para los químicos de su época, y con tanta mas razon cuanto que él fué el que fundó la enseñanza de esta ciencia en los dos reinos mas importantes de la Europa civilizada (1). En sus explicaciones empleaba un estilo elegante, como quien habia sido educado en buenas escuelas. No satisfaciéndole ninguna de las definiciones que se daban de la Química, decia « que era una ciencia que tenia por objeto el conocimiento de todas las cosas que Dios habia sacado del caos por medio de la creacion, » y que abrazando una extension tan inmensa, habia necesidad de dividirla en varias ramas con objeto de metodizar su estudio, entre las que

---

(1) Habiéndose distinguido Le Fèvre en Química y en Farmacia, fué elegido por Vallot, primer médico de Luis XIV, para ocupar la plaza de profesor, ó como se decia entonces, de demostrador de Química en el jardin de plantas. Habiendo explicado por espacio de algun tiempo con universal aplauso, pasó á Inglaterra, llamado por Jacobo II, que queria confiarle el laboratorio de San Jaime, establecido con motivo de la creacion de la Sociedad Real de Lóndres.

Le Fèvre era protestante, y esto le hizo aceptar el ofrecimiento del Rey de Inglaterra, puesto que en Francia no podia entregarse con tranquilidad al ejercicio de su religion. Sus obras están compuestas en Lóndres; sin embargo, están escritas en francés y publicadas en París.

él distinguía tres: la Química filosófica, la Yatroquímica y la Química farmacéutica.

La Química filosófica es la ciencia pura, descartada de toda aplicación á la medicina y á la farmacia; es el estudio de la naturaleza, la investigación de los compuestos que nos permite producir y la explicación de los misterios que sin cesar excitan nuestra curiosidad; comprende también el estudio de los fenómenos meteorológicos. La Yatroquímica es la aplicación de la Química á los fenómenos de la organización y de las funciones de los animales; es, en una palabra, la fisiología animal. Y por último, la Química farmacéutica comprende la descripción de los procedimientos que hay que seguir para la preparación de los medicamentos.

Estableció la diferencia entre la Química y la física especulativa, según el criterio de su época, diciendo que la primera tomaba la experiencia por guía, y que la segunda se perdía en conjeturas sentando siempre ideas hipotéticas.

Admitía cinco elementos; la *flema* ó *agua*, el *espíritu* ó *mercurio*, el *azufre* ó *aceite*, la *sal* y la *tierra*, los cuales, según él, presentaban la imagen fiel de la destilación. Así mientras que los peripatéticos partían de la combustión de la madera para establecer sus cuatro elementos, Le Fèvre los encontraba en los resultados de la destilación seca de los vegetales ó animales. Este químico abrazó ya tantos fenómenos, que no pudiendo explicar todos con solo estos cinco elementos, se vió en la necesidad de admitir otro que denominó *espíritu universal*, que viene á ser una cosa análoga á la *quinta esencia* ó *elemento predestinado* de Paracelso. El papel que Le Fèvre hace desempeñar á este espíritu universal, tanto en la respiración como en la combustión de los metales, es idéntico al del oxígeno, como se puede ver en algunos pasajes de sus obras, en que ya hace mención del aumento de peso que experimentan los metales durante la calcinación.

Nos hemos detenido un poco á recordar los trabajos de Le Fèvre, porque nos dan una idea clara del estado de la ciencia en esta época, en que ya aparecieron químicos tan notables como

Glazer, que sucedió al anterior en el jardín del Rey, y que ha alcanzado la perpetuidad gracias al descubrimiento de una sal que lleva su nombre (sal policresta de Glazer=sulfato potásico), y su discípulo el gran Lemery (Nicolás) cuyo curso de Química, publicado en 1675, adquirió tanta celebridad que, sin contar las falsificaciones, aparecía una edición nueva cada año y mereció los honores de traducirse al latín, al inglés, al alemán, al italiano y al español, y por la sencillez de su método de exposición, logró aficionar á muchos al estudio de la Química, por lo cual dice Dumas que Lemery es una revolución personificada.

En esta misma época floreció Homberg y Etmuller.

Estamos ya á fines del siglo XVII y en nuestro discurso apenas hemos hecho mención de ningún químico del país clásico de la erudición, de la culta Alemania. Las tendencias naturales del genio germánico, tendencias más metafísicas que las demás naciones, explica el porqué no había llamado la atención una ciencia experimental; pero esta habría de tomar un nuevo giro en el momento en que alguno de sus sabios pensadores fijase la atención en ella, y así fué en efecto: de Prusia salió un genio de primer orden, que tratando de conservar un perfecto equilibrio entre la teoría y la experiencia, dominó los detalles sin prescindir del poder de las abstracciones filosóficas, y reuniendo todos los hechos y relacionándolos entre sí, formuló un nuevo método de enseñanza, basado en una sencillísima teoría que tuvo el privilegio de cautivar la atención de todos los sabios de la época, y que dominó en la ciencia durante casi todo el siglo XVIII. Este hombre notable fué Stahl, (1) comentar

(1) George-Ernest Stahl nació en Anspach, en 1660; terminados sus estudios médicos en la Universidad de Iena, fué agregado en 1687, en calidad de médico, á la Corte del Duque de Saxe-Weimar. El célebre Federico Hoffmann, que fué comisionado por esta época por el Rey de Prusia, para organizar la Universidad de Halle, llamó á Stahl y le encargó de una cátedra de medicina. En 1716 fué nombrado primer médico del Rey de Prusia, padre de Federico el Grande, cuyo empleo conservó hasta su muerte que tuvo lugar en 1754.

El primero de sus escritos químicos, su *Zymotechnia fundamenta-*

y discípulo de Becher, en cuyas obras halló el gérmen de la *teoría del Flogisto*, que es á la que nos referimos y cuyos fundamentos vamos á exponer.

Rompiendo abiertamente con la tradicion, Stahl halló que la idea de los elementos de Aristóteles era inaplicable á los fenómenos químicos, y trató de buscar otros cuerpos indescapnibles que fueran los verdaderos principios de la Química. Se entregó con afán á estudiar la segunda tierra de Becher, *su tierra inflamable*, y estableció la relacion que existia entre los metales y sus óxidos, y de esta manera pudo reconocer el importante papel que desempeñaba el elemento combustible en la trasformacion de los óxidos en metales, ó sea en la reduccion.

Segun él, «el fuego (calórico) se presenta en dos estados distintos: 1.º Al estado de combinacion. 2.º Al estado libre. Todos los cuerpos contienen en sí un principio de combustibilidad; su combinacion con el fuego les hace combustibles;» á este fuego, á este principio combustible, fijo ó combinado, es á lo que Stahl llama *principio combustible*, (*das verbrenliche Wesen*) y sus discípulos *phlogiston* de φλογε, llama. «Este principio, latente al estado de combinacion, no se hace sensible sino en el momento en que se separa de un cuerpo de que formaba parte. Entonces toma sus propiedades ordinarias y por medio de las cuales todo el mundo le conoce; constituye el fuego propiamente dicho, acompañado de calor y de luz. La combustion no es otra cosa que la trasformacion del fuego libre (flogisto) en fuego combinado. Todos los cuerpos se componen, en último resultado, de un principio inflamable ó flogístico, y de otro elemento que varía segun las especies. A medida que un cuer-

---

*lis etc.*, data de 1697: contiene los fundamentos de la teoria del flogisto, indicada ya en las obras de Becher. Despues de haber dado en 1702 una nueva edicion de la *Physica subterranea* de este sábio, desarrolló sus ideas principalmente en las obras siguientes: *Specimen Becherianum, fundamenta, documenta, et experimenta sistens: Experimenta, observationes, animadvertiones, CCC número, chemicæ et phisicæ.* (Berlin, 1731.)

»po es mas combustible ó inflamable, es mas rico en flogisto. »El carbon, los aceites, la grasa, el azufre, el fósforo, etc., son »las sustancias que contienen mas flogisto, y por lo tanto son las »mas propias para comunicar este principio inflamable á otras »que no lo tienen.»

Apliquemos estas ideas á los metales.

¿Qué es un metal? En el estado actual de la ciencia es un cuerpo simple. Segun la teoria del flogisto, «es, por el contrario, un cuerpo compuesto. ¿Cuáles son sus elementos? El flogisto y una materia térrea-cal.-El flogisto es siempre el mismo, lo que varía es la tierra segun la naturaleza del metal. Cuando se calienta un metal, el flogisto se desprende y queda la cal; hé aquí porqué se designa esta operacion con el nombre de calcinacion. ¿Quereis dar á esta cal su ductilidad, su maleabilidad, su elasticidad y en una palabra todas las propiedades que caracterizan al metal? Darle el flogisto que la falta; si dais al colcotar flogisto, tendreis hierro; si se lo dais al ponfolix, tendreis zinc, etc. ¿Y cómo dais á estas sales flogisto? Calentándolas con carbon, con grasas; en una palabra, con sustancias ricas en flogisto.»

Si es verdad que la sencillez es el carácter distintivo de la verdad, jamás teoria parecerá mas racional que la de Stahl, porque no es posible hallar otra que mas seduzca bajo este concepto. Por lo que acabamos de decir, la *calcination* es, segun esta teoria, una operacion *analítica*, puesto que el metal ó cualquier otro cuerpo se descompone en flogisto y cal; mientras que la *reduccion* es una operacion *sinética*, puesto que en este caso la cal toma el flogisto.

Segun las doctrinas actuales, es todo lo contrario; la calcinacion es una sintesis, puesto que el metal, lejos de perder, absorbe el oxígeno aumentando de peso, y la reduccion es una descomposicion, porque el carbon en lugar de dar, quita al metal el oxígeno, haciéndole perder de su peso exactamente lo que gana durante la calcinacion.

No ignoraban los partidarios de la teoria del flogisto el aumento de peso de los metales durante la calcinacion, pues conocian

los trabajos de Juan Rey, Roberto Boyle y Juan Mayow, pero apegados á esta teoría, he aquí como explicaban este fenómeno.

«Sabemos muy bien que los metales aumentan de peso durante la calcinacion. Pero este hecho, lejos de ser opuesto á la teoría, viene por el contrario á confirmarla, porque siendo el flogisto mas ligero que el aire, tiende á elevar al cuerpo con el cual está combinado y hacerle perder parte de su peso; los metales, por lo tanto, pesan mas despues de haber perdido el flogisto.»

Así la teoría Stahlina, que fué mas ó menos modificada por sus numerosos partidarios, estaba fundada en una ilusion, en un error de estática, segun el cual el flogisto hacia el oficio de un globo aereostático; pero parece como que ignoraban que todo cuerpo material es pesado, y que el flogisto (admitiendo su existencia) debe, lo mismo que el aire inflamable, con el cual se comparó, ocupar un espacio mucho mayor; por consiguiente reemplazar un espacio mucho menor de aire al estado de combinacion que al estado de libertad.

Esta es la historia sucinta de la teoría del flogisto, que á mediados y fin del siglo XVIII dividia á los químicos en dos campos opuestos y producía al mismo tiempo una emulacion muy laudable para el progreso de la ciencia; estas discusiones siempre son provechosas cuando están sostenidas por hombres eminentes, puesto que despues que las pasiones han desaparecido con los individuos, el edificio de la ciencia se consolida.

La teoría antiflogística que sucedió á la de Stahl, fué la del *duálismo* de LAVOISIER.

Con este químico empieza una nueva era en la ciencia. Los hechos relativos al aumento de peso en los metales durante la combustion, confirmados por él por una série de experimentos incontestables, y aclarados por una brillante discusion, vienen á ser en sus manos á la vez un arma victoriosa contra la teoría del flogisto, y la piedra angular de un nuevo sistema. La combustion no es una descomposicion, sino una combinacion resultante de la union de alguno de los elementos del aire con el

cuerpo combustible; el aumento de peso representa exactamente el del cuerpo gaseoso añadido.

El descubrimiento del gas eminentemente comburente, hecho por Priestley en 1774, da nueva fuerza á esta teoría. Lavoisier demuestra que este gas es uno de los elementos del aire, y le llama *oxígeno*. Desde entonces el papel del aire en la combustion queda perfectamente determinado. En vano los últimos defensores del flogisto, Cavendish, Priestley, el gran Scheele mismo, intentan salvar la teoría de Sthal, modificándola con arreglo á los últimos descubrimientos. Lavoisier opone argumentos incontestables, deducidos de sus numerosas experiencias; establece de una vez la naturaleza elemental de los metales, y fija en general la nocion de los cuerpos simples. Reconoció como tales los cuerpos de los que no es posible extraer mas que una especie de materia, y que sometidos á la prueba de todas las fuerzas, son siempre los mismos, indestructibles, indeseomponibles. Habiendo de esta manera impreso á un gran número de sustancias primordiales el sello de una individualidad propia, reformó definitivamente las ideas antiguas sobre los elementos, y puso fin al afan de realizar trasmutaciones. Esta ilusion secular, ni fomentada ni destruida por los partidarios de la teoría del flogisto, debia de durar tanto tiempo cuanto fueran considerados los metales como cuerpos compuestos.

Definidos así los cuerpos simples, Lavoisier los representa como dotados de un poder para unirse entre sí y formar cuerpos compuestos, efectuándose esa union sin pérdida de sustancia; de tal manera, que se halla en la combinacion toda la materia ponderable de los cuerpos constituyentes. Estos grandes principios forman la base de la Química. Universalmente aceptados, nos parecen hoy tan sencillos é indiscutibles, que se imponen como verdaderos axiomas. A Lavoisier le cabe la gloria impercedera de haberlos proclamado, ó mejor dicho, de haberlos demostrado.

Si alguna cosa pudiera compararse con los descubrimientos del gran maestro, seria su método, que consiste en aplicar la *balanza* á todos los fenómenos químicos, puesto que si bien es ver-

dad que Cavendish, Bergman y Margraf, habian hecho análisis cuantitativas, ninguno habia tenido la idea de aplicar el estudio de las relaciones ponderales á la resolucion de una cuestion teórica. A Lavoisier solo se debe este método, que es el único que puede dar buenos resultados en Química, y que no solo no ha sido reemplazado hasta ahora, sino que podemos asegurar que jamás se reemplazará.

Tomando como punto de partida el estudio de los fenómenos de oxidacion, Lavoisier naturalmente fijó principalmente su atencion en el oxígeno y en los compuestos que le contienen. Da á conocer el importante papel de este gas en la formacion de los ácidos, de los óxidos y de las sales. Los principios que le guiaron en el estudio de los compuestos oxigenados, los mas importantes de todos, han podido aplicarse á los demás compuestos químicos. De aquí resultó una teoria general que se opuso en 1775 á las ideas de Stahl, entonces dominantes, y el planteamiento de un nuevo método de enseñanza en Química, que no dejó de tener rivales poderosos, refractarios á admitir las nuevas ideas, despues de haber estado sustentando por espacio de su vida doctrinas abiertamente contradictorias á las del jóven y aristócrata químico francés.

Uno de los hombres mas ilustres que cuenta la Farmacia, el eminente Scheele, murió en 1784, á la edad de 43 años; si no partidario intransigente de la teoría del flogisto, cual la habia formulado Stahl, al menos defensor enérgico de la palabra. En este mismo año, y cuando la nueva doctrina subyugaba en Francia todos los talentos privilegiados y Berthollet á su cabeza, Cavendish publicó una defensa ingeniosa de la teoría del flogisto; despues, sin declararse partidario de las nuevas teorías, dejó de hacer la oposicion: no así Priestley, que murió en 1804, cerca de Susquehannah, llevando á la América su genio inquieto y su obstinacion. Lavoisier, á pesar de haber sido robado al mundo en lo mejor de su edad (á los 42 años) tuvo la satisfaccion, bastante rara para un reformador, de asistir al triunfo de sus ideas. El 8 de Mayo de 1794, día en que el hacha revolucionaria puso fin á su preciosa existencia, su teoría era aceptada por

la mayor parte de los hombres competentes, y los pocos que se le oponian, hicieron vanos esfuerzos por retrasar la caida de un sistema completamente desprestigiado.

Al examinar la série de memorias presentadas á la Academia de Ciencias de París, no se sabe qué admirar mas, si al hábil experimentador ó al profundo filósofo; sus *Elementos de Química* se leen hoy despues de un siglo de su publicacion, y apenas hay que modificar sus ideas, sobre todo en lo referente á la parte inorgánica; en ellos se encuentran definiciones que admiten poca reforma, y el fundamento de su nuevo sistema, aceptado aun por eminentes químicos.

«Un ácido resulta de la union de un cuerpo simple, generalmente no metálico, con el oxígeno.»

«Un óxido es una combinacion de metal y de oxígeno.»

«Una sal está formada por la union de un ácido con un óxido.»

«Un sulfuro resulta de la combinacion del azufre con un metal.»

«Un fosfuro contiene un metal mas fósforo, etc., etc.»

«Un cuerpo simple se une á otro cuerpo simple y resulta un compuesto *binario de primer orden*. Los ácidos, los óxidos, los sulfuros, etc., pertenecen á este género de combinaciones, las mas sencillas de todas.»

«Pero los ácidos y los óxidos están dotados á su vez del poder de unirse entre sí para formar compuestos *binarios de segundo orden*, que son las sales.»

«Cualquiera que sea el grado de complicacion de un compuesto, se puede siempre dividir en dos partes constituyentes, dos elementos inmediatos, ya sean cuerpos simples ya compuestos: el sulfuro de hierro contiene dos partes constituyentes, el azufre y el hierro, los dos cuerpos simples. En el vitriolo verde un nuevo cuerpo viene á unirse á los anteriores; esta sal contiene en efecto azufre, hierro y oxígeno; pero estos elementos se hallan combinados de tal modo, que el oxígeno se divide entre el azufre y el hierro, formando con el primero ácido sulfúrico, con el segundo óxido de hierro. Este ácido y este óxido son los elementos inmediatos de la sal.»

Así todas las combinaciones químicas son binarias; tal es el sello característico del sistema. En todas, la afinidad se ejerce sobre dos elementos simples ó compuestos; estos se atraen y unen entre sí en virtud de ciertas propiedades opuestas que quedan neutralizadas por el hecho de su union. Tal es la teoría del *dualismo* ó sistema *binario* que por tanto tiempo ha imperado en la ciencia, y que fué el punto de partida para la clasificación metódica de las sustancias y establecimiento por *Lavoisier*, *Guiton de Morveau*, *Fourcroy* y *Berthollet*, del lenguaje químico ó sea de la nomenclatura, tan admirable por su precisión y que contribuyó no poco al triunfo de las ideas al finalizar el siglo último.

Asociados estos cuatro eminentes franceses, desarrollaron su nuevo sistema de enseñanza basado en el dualismo químico, y he aquí porqué se llamó *escuela química francesa*, de la que *Lavoisier* vino á ser el jefe. Las ideas nuevas, científicamente revolucionarias, despues de haber llevado la convicción (no sin resistencia) á los inmediatos colaboradores de *Lavoisier*, penetraron aunque lentamente en el ánimo de los demás químicos franceses, tales como *Chaptal*, *Van-Mons*, *Darcet*, *Pelletier*, *Achard*, *Adet*, *Deyeux*, *Vauquelin*, etc. Despues se repartieron por las escuelas de Europa y concluyeron por ser adoptadas por todos los sábios. Las críticas apasionadas de que la Química nueva era objeto por parte de algunos reaccionarios, lejos de perjudicar á su propagacion, excitaba á muchos el deseo de conocerla y comprendian en seguida la superioridad sobre la Química antigua.

En *Inglaterra* el ejemplo dado por *Blak*, *Kirwan* y *Cavendish*, que despues de algunas reticencias habian francamente abrazado los principios de la escuela química francesa, fué bien pronto seguido por *Pearson*, *Tenat*, *Beddoes* y *Hope*, sucesor de *Blak* en la cátedra de Química de Edimbourg. Los médicos ingleses fueron los primeros en utilizar los conocimientos de la Química moderna. Emplearon las sales de barita para combatir las escrófulas, aplicaron el oxígeno en el momento de desprenderse del óxido de mercurio, en el tratamiento de las enfermedades de pecho. Pero sobre todo en las artes industriales fué

donde los ingleses sacaron partido de los recientes descubrimientos químicos.

En *Alemania* la *Química pneumática* ó *antiflogística* (asi era como se llamaba á la escuela francesa) encontró mayor número de impugnadores, entre los que algunos trataban de conciliar la doctrina antigua con la teoría moderna, tales como *Gettling*, *Green* y *Girtanner*.

La *Holanda* opuso menos resistencia que *Alemania* á la introduccion de la Química francesa. Sus químicos se distinguen por trabajos tan curiosos como prácticos. *Van-Marun* se hace conocer por sus experiencias sobre la combustion de los metales por medio de la electricidad, por su máquina eléctrica, gasómetros, etc. *Bondt*, *Deiman*, *Paats*, *Van Troostwyk* y *Lauwerenburg*, formaron en *Amsterdam* una sociedad de químicos, conocidos bajo el nombre de *químicos holandeses*, para trabajar en comun por el progreso de la Química. Entre otros muchos cuerpos importantes, obtuvieron el bicloruro de etileno, — primer producto en que el hidrógeno es sustituido por el cloro— y que recibió el nombre de *licor de los holandeses*, y el carburo de hidrógeno, que le formaba el de *gas oleificante*. La *Holanda*, erigida en república bátava, estaba entonces en relacion con las ideas políticas de Francia. Asi decia *Fourcroy* con una legitima confianza: «Todo anuncia que la república bátava, cuyo suelo y prosperidad son los mas bellos y mas notables monumentos de la industria y del genio, continuará cultivando la ciencia Química, y que la doctrina francesa echará profundas raíces y se extenderá por sus ciudadanos.»

La *Italia* no se quedó atrás en la impulsión dada por los químicos franceses. *Giobert*, *Beauvoisin*, el caballero *San Real*, los Condes *Mocozzo* y *Balbo*, se ocuparon en *Turin* de la aplicación de la Química nueva á las ciencias naturales y á las artes. Dandolo publicó en *Venecia* una nomenclatura química italiana, segun el modelo de la nomenclatura francesa. En *Florenca* el abate *Fontana* perfeccionó los aparatos químicos y meteorológicos. En *Pavía*, en *Verona*, en *Milan* y en *Módena*, la Química francesa tuvo partidarios numerosos, entre los que basta

nombrar á Volta, Landrini, Lorgna, Fortis, Venturi, Brugnatelli y Moscati.

*Nuestro país*, á su vez, no podía permanecer impasible á la vista del impulso dado á la Química. El gobierno español creó laboratorios montados con gran lujo en Madrid, Sevilla, Cádiz, Segovia y otras poblaciones. La mayor parte de los ricos instrumentos que formaban el arsenal de estos laboratorios, fueron fabricados en París por los mismos artistas que habia empleado Lavoisier. La nomenclatura química fué adoptada oficialmente, y las obras francesas donde se hallaban expuestas las doctrinas, fueron inmediatamente traducidas y puestas de este modo al alcance de todos. Proust (1) y Chavaneau, que residieron gran tiem-

(1) Proust nació en Angers en 1755. Su padre era farmacéutico y él abrazó la misma profesion y obtuvo por concurso la plaza de farmacéutico de la salitrería. Lleno de ardor por los descubrimientos científicos, se le ve figurar entre los que hicieron ensayos sobre la navegacion aérea, é hizo en 1784 una ascension con Pilatre en un globo lleno de aire caliente. Las ventajosas proposiciones que le hizo el Rey de España le decidieron venir á nuestro país, donde fué nombrado profesor de la escuela de Artillería de Segovia, puesto que conservó muy poco tiempo, pues no tardó en ser nombrado catedrático en Madrid, y el Rey le regaló un laboratorio magnífico, montado con un lujo extraordinario. Todos los utensilios eran de platino. Proust vino á ser bien pronto, gracias á la Real munificencia, el feliz poseedor de una porcion de objetos preciosos de todas clases, ejemplares los mas curiosos de minerales, productos orgánicos y otros procedentes tanto de España como del Nuevo Mundo. En las manos de Proust se hallaba todo lo que podia ambicionar un químico. Él, por su parte, supo hacerse digno de tan bella posicion. Mientras estuvo en Madrid fué cuando hizo sus investigaciones mas notables y publicó sus mejores memorias.

Pero esta felicidad le duró bien poco: desgracias de familia le llamaron á Francia, y durante este tiempo grandes trastornos políticos transformaban la faz de Europa. Un ejército francés atraviesa el Pirineo; se declara la guerra de la Independencia, y el espíritu de antagonismo entre las dos naciones vecinas se manifiesta en todas las esferas; el precioso laboratorio del célebre químico francés, fué completamente destruido; el antiguo profesor de Madrid fué reducido de repente á la

po en España, poseian perfectamente el español y fueron propagadores celosos de la escuela francesa, así como algunos ilustres profesores, entre los que merecen especial mencion Carbo-nell, Bueno y Munarriz.

De la *Escandinavia*, y mas particularmente de la Suecia, no debía de tardar en salir químicos eminentes, dignos continuadores de Bergman y de Scheele. En cuanto á la *Rusia*, parece que estaba destinada á tener como propagadores de la ciencia químicos extranjeros, especialmente franceses y alemanes.

El *Nuevo Mundo* no fué extraño al movimiento científico que se realizaba en Europa. En *Méjico* y en el *Perú*, donde abundaban las ricas minas de oro, se comprendió bien pronto la necesidad de estar al corriente de los conocimientos químicos modernos. A esta necesidad respondieron los trabajos de Del Rio, Angulo, Elhuyar y Dandrada, que estaban particularmente entregados al análisis de productos mineralógicos.

miseria, y se vió en la triste necesidad de vender unos preciosos ejemplares mineralógicos que habia llevado consigo y que destinaba á investigaciones analíticas. «*Je fus obligé, dit-il, et c'est la seule plainte que sa triste situation lui ait arraché, je fus obligé de porter chez des marchands les minéraux que je destináis á l'analyse, et de leur dire: Fac ut, lapides isti panem fiant, faites que ces pierres se changent en pain.*»

En sus buenos tiempos, Proust habia sostenido una luminosa discusion con Berthollet sobre las leyes de la combinacion, de la que salió victorioso el catedrático español, que sostenia que los cuerpos al combinarse lo hacian siempre en proporciones fijas y determinadas; cuando vino á la desgracia, el químico favorito de Napoleon consiguió para Proust una pensión porque explotase industrialmente el descubrimiento que acababa de hacer de la glucosa; gran teórico, podia ser muy mal industrial y rehusó el favor del soberano.

La existencia de Proust fué muy penosa hasta 1816 en que fué nombrado socio de la Academia, y además de los honorarios que como á individuo de este cuerpo le correspondian, Luis XVIII le asignó una pensión de 1000 francos, que le permitió pasar tranquilamente sus últimos años.—Proust murió en 1826.

*Leçons sur la philosophie chimique-par. M. Dumas.*

La república de los *Estados-Unidos*, que tomó tan rápido vuelo por la actividad febril de sus ciudadanos, no podía quedar indiferente al espectáculo del desenvolvimiento extraordinario de la Química, de quien son tributarias todas las artes industriales y agrícolas que tanto adelanto habían alcanzado en este país.

En todas las naciones se explicaba ya la Química con arreglo á la nomenclatura moderna, y todas las obras publicadas en esta época usan este mismo lenguaje. A partir de 1790, la noción fundamental del sistema de Lavoisier, á saber el dualismo en las combinaciones, se introduce en el espíritu del lector, sábio ó escolar, con las palabras mismas del lenguaje químico, y ya se sabe, en semejante caso, cuan grande es la influencia de las palabras.

Este sistema, aunque apoyado en hechos, no por eso está exento de hipótesis. Al considerar las sales como formadas de dos elementos distintos, y admitiendo la division del oxígeno entre el ácido y la base, se prejuzga del agrupamiento de los elementos, lo que no es susceptible de ninguna demostracion directa. Esto en realidad es una hipótesis. Expresada tan claramente en la lengua, se trasmite de generacion en generacion como una verdad demostrada. Tiene además la ventaja de que no solo explica los hechos conocidos, sino que da lugar á nuevos descubrimientos.

En efecto; se sabia á fines del siglo pasado que los álcalis, las tierras alcalinas y las tierras tales como la potasa, la cal y la alúmina, tenían la propiedad de unirse á los ácidos para formar sales, y por lo tanto estas bases salificables, aun cuando no se habían descompuesto, se las consideraba como óxidos: Lavoisier adivinó su naturaleza á pesar de que nadie había extraído aun los radicales metálicos; este precioso descubrimiento fué realizado por Humphry Davy en 1807, confirmado por Gay-Lusac y Thenard en los álcalis, y por Oersted, Woehler y H. Sainte-Claire Deville, en las tierras alcalinas y en las tierras; y merced á grandes corrientes eléctricas ó á la accion de metales mas electro-positivos sobre cloruros metálicos, se han ido obteniendo sucesivamente el potasio, sodio, litio, bario, estroncio, calcio,

magnesio y aluminio. Todos estos descubrimientos, que han ilustrado los mas grandes nombres de la Química de este siglo, han sido consecuencia de una idea, de la constitucion de las sales, emitida por Lavoisier.

Esta teoría adolece de un defecto capital que se descubrió en su origen y que despues han sabido aprovecharse de él para combatirla; en efecto, Lavoisier admite de un modo absoluto que todos los ácidos tienen un elemento comun que llamó *oxígeno*, porque le consideraba como el único principio acidificante ó el engendrador de ácidos. Berthollet demostró en 1789 que el hidrógeno sulfurado y el ácido prúsico no tenían oxígeno, á pesar de estar caracterizados como ácidos. Pero una de las excepciones mas importantes á la regla de Lavoisier, es el ácido muriático, cuya composicion fué reconocida por H. Davy en 1810, época en la que demostró que el gas amarillo descubierto por Scheele, era un cuerpo simple, y le designó con el nombre de cloro, el cual, al unirse con el hidrógeno, formaba un ácido tan enérgico como el sulfúrico y nítrico, á pesar de no tener oxígeno. Al principio este hecho se consideró como una excepcion, pero bien pronto vino á ser el punto de partida de otra nueva teoría en oposicion, hasta cierto punto, con la de Lavoisier. H. Davy fué el fundador de ella y su compatriota Dalton la apoyó. Segun estos químicos, no era el oxígeno el cuerpo acidificante, sino un radical simple ó compuesto el que hacia las veces de tal, pero con la condicion de estar siempre unidos al hidrógeno; de modo que por la teoría de Lavoisier todos eran oxácidos, y por la de Davy todos son hidrácidos, unos de radical simple como sucede al clorhídrico, yodihídrico y á todos los que en general se llaman hidrácidos, y otros de radical compuesto que son todos los oxácidos; razones hay en pro y en contra de cada una de estas teorías, y el no insistir en su discusion es porque no refiriéndose mas que al estudio de una serie de compuestos, no hizo variar en nada el método de enseñanza; pero no puede ni debe pasar desapercibida para los que se dedican á la Química, porque por mas que no fuera admitida por sus contemporáneos, casi podemos decir que ha vuelto á ser resucitada al querer

explicar por la misma teoría la neutralización de las bases por los hidrácidos y por los oxácidos, como veremos al examinar las doctrinas que dominan hoy en la ciencia.

Por lo que dejamos sentado se puede comprender en qué estado se encontraba la Química á principios del siglo actual: constituida en ciencia de primer orden, todas las naciones del mundo sostenían cátedras donde se explicaba esta asignatura por sábios que tenían un decidido empeño en contribuir por su parte al adelantamiento de la mas necesaria de todas las ciencias; así que su deseo era dar á la enseñanza un carácter filosófico de que hasta cierto punto carecía, pues confundida con las demás ciencias naturales, no venía á ser otra cosa que una mera descripción de hechos; relacionar estos hechos entre sí, buscar las causas que les producían y establecer leyes fundamentales en la Química, fué, podemos decirlo así, el afán incesante de los primeros maestros de la ciencia actual.

El hecho culminante en Química, el que caracteriza los fenómenos que esta ciencia está llamada á interpretar, es la *combinación*, y las causas en virtud de las que la unión de unos cuerpos con otros se verifica con mas ó menos intensidad. Como consecuencia de los luminosos trabajos de Wenzel, Richter, Proust, Bergman, Dalton, Wollaston, Berzelius, Gay-Lusac, Dulong, Petit y Mitscherlich, se determinaron las leyes fijas é invariables, bajo las cuales los cuerpos se combinan entre sí, estableciendo los *equivalentes* y *teoría atómica*. Buscando despues la causa de la *afinidad*, y tratando de explicar ese afán que los cuerpos tienen á unirse, unos con preferencia á otros, Davy, Ampère y Berzelius, formulan la teoría electro-química, por la cual se explican la mayor parte de los fenómenos químicos.

De modo, que las ideas de Lavoisier, modificadas por sus mas grandes discípulos, quedan sentadas en la ciencia como verdades incontestables, y demostradas filosóficamente por la teoría atómica y electro-química; esta, sobre todo, fué en manos del eminente químico sueco la mas bella confirmación de la teoría del dualismo, de la que fué ardiente partidario hasta sus últimos tiempos.

Debemos advertir que el gran impulso que se dió á la ciencia á fines del siglo pasado, no se dejó sentir mas que en una parte de ella, en la que se refería al estudio de los cuerpos inorgánicos. La Química orgánica se limitaba entonces á la descripción cualitativa de los principios extraídos del reino vegetal y animal. El genio de los descubrimientos, que se cernía en la sublime cabeza de Lavoisier, parece como que desapareció con él; y si el tribunal de la Convención le hubiera concedido el poco tiempo que solicitaba para concluir unos trabajos que tenía pendientes sobre el estudio de las sustancias orgánicas, tal vez las dos partes de una misma ciencia hubieran caminado paralelamente por la senda del progreso; pero las pasiones políticas perturbaban las mas grandes inteligencias, y con nada puede lavarse la mancha que cayó sobre el tribunal de la mas grande de las revoluciones, al dar la respuesta fría y sardónica «*la Francia no necesita de sábios*» con que fué acogida la solicitud del Doctor Hallé y del químico Loysel, hecha en favor de uno de los mas grandes hombres de Francia y del que mayores ventajas habia reportado á su país.

Los químicos posteriores no se atrevieron á abordar las difíciles cuestiones que entraña el estudio químico de las sustancias orgánicas, pues aun cuando existían muchos materiales, se pasaron bastantes años antes de que la ciencia que habia de coordinarlos pudiese llevar con justicia el nombre de tal. Los elementos de esta coordinación eran defectuosos y no podían ser producidos sino por el estudio de las metamorfosis de las sustancias orgánicas. Descubrir la constitución racional de estos compuestos, y por ella explicar sus propiedades y establecer sus relaciones, es el objeto de la Química orgánica. Determinar la naturaleza, número y proporción de sus elementos constituyentes; estudiar el modo de formarlos y aplicar sobre ellos los diversos reactivos y agentes químicos, son los medios de que ella dispone para llegar al conocimiento exacto de las sustancias orgánicas.

Este gran trabajo no empezó realmente hasta el año 1830, y á partir de esta época, se ha seguido con un entusiasmo de

que no hay ejemplo. Sin embargo, aun no podemos dar por terminado el trabajo. ¡Pero qué de hechos acumulados en estos 40 años últimos! Se puede decir sin exageracion que se ha hecho en ellos cien veces mas que en todos los siglos anteriores. La ciencia abraza extensos horizontes que hacen descubrir nuevos puntos de vista; teorías sugeridas del estudio de los cuerpos orgánicos tienden á armonizar el método de enseñanza que se ha de seguir en las dos Químicas, y á hacer desaparecer esa division que hoy las separa para abrazar por entero la ciencia y demostrar que no hay mas que una Química. Vamos á exponer algunas, aunque ligeras consideraciones, que nos harán comprender ese desnivel que ha existido entre la Química orgánica é inorgánica, de las cuales sacaremos consecuencias útiles al plan que nos hemos propuesto desarrollar.

Empecemos por suponer que todos estamos conformes con que el objeto de la Química no es otro que el estudio de la *composicion* y *descomposicion* de los cuerpos; lo cual vemos expresado, aunque en diferentes términos, por todos los que se han dedicado á esta ciencia; así vemos que Lavoisier dice que su objeto es «someter á experimentos los diversos cuerpos de la naturaleza para descomponerlos, y examinar separadamente las diferentes sustancias que entran en su composicion.» Fresenius, que es «el estudio de los cuerpos que forman la masa de nuestro planeta, su composicion, descomposicion, y sobre todo las acciones reciprocas de unos sobre otros.» Regnault nos dice que la Química «estudia los fenómenos que se producen con el contacto de los cuerpos, en tanto que causan un cambio completo en la composicion de estos,» en lo que están conformes todos los autores que dicen, como Naquet, «que los fenómenos quimicos son aquellos que alteran la naturaleza intima de los cuerpos;» y por último, el decano de los quimicos franceses, el eminente Mr. Dumas, dice que estudia «por una parte las fuerzas que obran sobre la materia y los efectos que de ellas resultan, aproximándose por esto á la Física y Mecánica, y por otra estudia y describe las propiedades de los cuerpos, confundiéndose así con la Historia Natural.» Tan penetrados están todos del objeto de esta

ciencia, que algunos no la definen en sus obras, como le sucede á Wurtz, Liebig, Malaguti, Pelonze et Fremy, Cahours y otros quimicos mas ó menos autorizados.

Comprendido el objeto, vamos á ver de qué manera se ha llegado á él tanto en la Química inorgánica como en la orgánica. Tomando por base la observacion y la experiencia, se ha tratado de estudiar las propiedades quimicas fundamentales de los cuerpos, pero estos medios han sido insuficientes, puesto que para conocer estas mismas propiedades, se necesita: 1.º Determinar la naturaleza y proporcion de los elementos que constituyen un compuesto; y 2.º El modo como se hallan agrupados estos mismos elementos. La primera cuestion se resuelve por medio de la *análisis y síntesis*, auxiliadas de la determinacion de equivalentes y deduccion de fórmulas empíricas; hasta aquí llega la experiencia: pero la segunda solo podremos por medio de racionios filosóficos, ó sea por *teorías*, venir en conocimiento de cual sea este agrupamiento atómico, puesto que nos es imposible el aislar estos átomos que, como sabemos, son entes ideales que salen fuera del alcance de nuestros sentidos.

Aplicadas estas ideas al estudio de las sustancias minerales y orgánicas, se comprende cuanta es la dificultad que se presenta siempre que se trata de referir las ideas quimicas á un vegetal ó á un animal, puesto que siempre se ha creído que «en la naturaleza orgánica los elementos parece obedecen á otras leyes que en la naturaleza inorgánica: los productos que resultan de la accion reciproca de estos elementos, difieren por lo tanto de lo que nos ofrece la naturaleza inorgánica.» Estas elocuentes palabras con que Berzelius encabeza la parte orgánica de su tratado de Química, nos prueba que los quimicos han seguido distinto método para el estudio de las sustancias minerales, que para el de las orgánicas. En efecto, la análisis y síntesis, que son las dos fases opuestas de la concepcion química de la naturaleza, se han podido aplicar desde su origen á casi todas las sustancias minerales; mientras que en las orgánicas la primera ha sido muy difícil y la segunda reputada como imposible por quimicos tan eminentes como Berzelius, Liebig y Gerhardt, y para

creer en su realizacion ha sido necesario todos los esfuerzos y talento de Berthelot; consúltese la magnífica obra de *Química orgánica fundada en la síntesis*, de este sábio profesor de la Escuela de Farmacia de París, y nos convenceremos de la importancia de los trabajos emprendidos por tan ilustrado químico para poder llegar á la obtencion artificial de las sustancias orgánicas, empleando solo los elementos minerales y poniendo en juego las fuerzas físico-químicas de que el hombre puede disponer. Esta obra, que es indispensable en la biblioteca de un químico, y que ha llevado á su autor á explicar al Colegio de Francia, contiene un método nuevo de enseñanza en armonía con la buena lógica, que nos aconseja que vayamos de lo conocido á lo desconocido, de lo sencillo á lo complicado; lo contrario de lo que se venia haciendo en Química orgánica, y que es á no dudar la principal causa de su lamentable atraso, hasta el advenimiento de los interesantes trabajos de nuestro ilustre colega.

Pero no estriba en esto solo la dificultad en el estudio de los principios orgánicos; los escollos aumentan á medida que tratamos de sondear el proceloso mar de la ciencia; las propiedades de los minerales dependen en la mayor parte de los casos de la diversa naturaleza de los elementos que los forman: no sucede lo mismo en las sustancias orgánicas formadas casi exclusivamente con cuatro elementos. La proporcion de estos mismos, que es muy variable en los cuerpos inorgánicos, lo es muy poco en los orgánicos, entre los que hay muchos que se diferencian solo por los elementos del agua (Glucosas, Sacarosas, Amilosas, etc.), y otros que tienen la misma composicion ó composicion equivalente, y propiedades físicas y aun químicas diversas. Los casos de *isomeria*, *polimeria* y *metameria*, son harto frecuentes en Química orgánica, siendo esto una traba para llegar á comprender los fenómenos que se originan al ponerse en contacto unos cuerpos con otros, y de los agentes que intervienen en las reacciones, por lo que el estudio de las descomposiciones y metamorfosis orgánicas es y será siempre muy difícil.

Admirable es como en la naturaleza se forma esa inmensa variedad de cuerpos, de propiedades tan diversas, entre los que

encontramos ácidos enérgicos, bases poderosas, sustancias dulces, otras amargas, excelentes alimentos y terribles venenos, empleando casi exclusivamente *carbono*, *hidrógeno*, *oxígeno* y *nitrógeno*; solo se comprende esta variedad como una consecuencia de la distinta colocacion atómica de estos elementos, de la misma manera que con unas mismas letras se forman palabras de distinta significacion. Cual sea este modo de agruparse es lo que no podemos demostrar, y este ha sido el objeto de esas tantas teorías que han sido lanzadas al terreno de la discusion científica, y solo cuando tengamos una general es cuando podremos asegurar que la ciencia ha llegado al *meta* tan apetecido por todos los que se dedican con afán á la interpretacion de los fenómenos químicos de la naturaleza. ¡Lástima que no tenga espacio para desarrollar todas estas teorías y hacer un detenido exámen de cada una de ellas! Estas son las que han dado á la ciencia su verdadero carácter filosófico, y en virtud de ellas se han propuesto clasificaciones que nos han servido para hacer el estudio de las sustancias, trazando el método de enseñanza que en la ciencia ha dominado en lo que va de siglo, que es desde cuando ha empezado á llamar la atencion el estudio químico de la naturaleza orgánica.

No podemos menos, sin embargo, de hacer una rápida exposicion de estas teorías, la cual espero que nos dará á conocer las vicisitudes porque ha pasado la ciencia química, y las escuelas en que han estado divididos los diferentes centros de enseñanza, puesto que ellas son las que han trazado el sistema bajo el cual se han propagado estos interesantes conocimientos en todas las naciones europeas, centro de la civilizacion universal.

A Gay-Lusac y Thenard es á quien la ciencia debe el primer ensayo satisfactorio para determinar cuantitativamente la composicion de los compuestos orgánicos; todos conocemos los trabajos publicados en 1811 por estos sábios, y las deducciones teóricas que de ellos sacaron, las que si bien la experiencia ha demostrado despues que no eran del todo exactas, no por eso dejaron de influir poderosamente en el adelantamiento de esta ciencia, sentando un sistema de enseñanza que imperó por es-

pacio de algun tiempo en las escuelas de Europa. La obra de Thenard ha sido la clásica durante el primer tercio del siglo actual.

La teoría atómica y los progresos de la análisis permitieron á Berzelius fijar las proporciones bajo las cuales los ácidos orgánicos se combinan, y cuando hácia el año 1816 se ocupó del estudio de la capacidad de saturacion de estos mismos ácidos, resucitó la idea de Lavoisier, de que estos cuerpos no eran otra cosa que el resultado de la combinacion de un *radical compuesto* con el oxígeno, y «que la cantidad de este cuerpo estaba siempre en una relacion sencilla y constante con la que contenia el óxido al constituir las sales neutras.» Ley demostrada anteriormente por este sábio químico para los compuestos análogos de la Química mineral. En apoyo de este dato histórico citaré lo que sigue, tomado de la 2.<sup>a</sup> edicion sueca del excelente tratado de Química de Berzelius. (Tomo 1.<sup>o</sup>, pág. 544.-Stokolmo, 1817.) «Hallamos que la diferencia entre los cuerpos orgánicos é inorgánicos, consiste en que en la naturaleza inorgánica todos los cuerpos oxigenados tienen un *radical simple*, en tanto que todas las sustancias orgánicas están formadas por óxidos de *radical compuesto*. En las materias vegetales el radical se compone generalmente de carbono y de hidrógeno, y en las animales, de carbono, hidrógeno y nitrógeno. Así es que ácido de radical compuesto significa ácido de origen orgánico. Así como el amoniaco es un álcali formado por un radical compuesto, es decir, de origen orgánico, que procede principalmente del reino animal, si bien tiene la mayor analogía con los álcalis de radical simple ó de naturaleza inorgánica; del mismo modo se hallará también analogía entre los ácidos orgánicos é inorgánicos: la potasa y la sosa son, en este caso, respecto al amoniaco, lo que los ácidos sulfúrico, nítrico y fosfórico á los ácidos acético, fórmico y oxálico.» Como se ve por esta nota, Berzelius, agrupando los átomos de carbono é hidrógeno, ó carbono hidrógeno y nitrógeno, forma radicales binarios ó ternarios que entran en la composicion de los ácidos, ó en general de los compuestos oxigenados del reino orgánico. Segun él, el radical del ácido fó-

mico que denomina *formilo*, está constituido de dos átomos de carbono y de dos de hidrógeno; el del ácido acético, ó sea el *acetilo*, de cuatro de carbono y de seis de hidrógeno. Pero el formilo y el acetilo se unen, como si fueran cuerpos simples, con tres de oxígeno para formar los ácidos fórmico y acético, admitiéndose dos afinidades diversas, una que dirige la union de los elementos que forman el radical, y otra que une este radical con el oxígeno. Berzelius suponía que las sustancias orgánicas son todas compuestos binarios, resultantes de la union de un radical con un cuerpo simple, ó de dos radicales entre sí, admitiendo diversos *órdenes de composicion*, incluyendo sucesivamente en el *primero* todas las sustancias orgánicas formadas por dos radicales simples ó compuestos; en el *segundo*, las que están formadas por dos compuestos binarios de primero que tuvieran un elemento comun, que habia de ser precisamente el mas electro-negativo; en el *tercero*, las formadas por dos binarios de segundo que habian de tener dos elementos comunes, también los mas electro-negativos, y así sucesivamente. Como se ve, estas son las mismas ideas de Lavoisier, revestidas ya de una forma mas sencilla y precisa en armonía con los adelantos de la época; es la misma teoría del dualismo con una hipótesis mas, con la admision de los radicales compuestos; á pesar de la sencillez con que el gran continuador de Lavoisier expuso sus doctrinas, estas no llamaron por entonces la atencion, y la generalidad de los químicos las consideraron, por lo menos, como prematuras.

Las ideas que principiaron á propagarse eran enteramente diferentes. Se consideró los compuestos orgánicos como el resultado de la combinacion de un cuerpo simple con un compuesto, ó de dos compuestos. Prout trató de demostrar que un número considerable de principios vegetales, pueden ser considerados como combinaciones del agua con el carbono en proporciones relativamente desiguales. Este modo de ver, ya emitido por Gay-Lusac y Thenard, no estaba demostrado por ningun experimento, y fué desterrado de la ciencia desde el momento en que quisieron sentar como principio el que estos supuestos hidratos de carbono eran siempre neutros, puesto que hay algunos que obe-

decen á esta ley de composicion y son verdaderos ácidos, como el acético y láctico. Sin embargo, químicos tan eminentes como Berthelot y Wurzt resucitan hoy la palabra é incluyen entre los hidratos de carbono los azúcares, féculas, gomas y algunos otros principios neutros. Esta teoría se opone al dualismo, segun el cual las combinaciones se verifican siempre entre dos cuerpos que tienen el mismo número de elementos; pero como quiera que se refiere exclusivamente á un cortísimo número de sustancias, ¿qué extraño es, por lo tanto, que no haya hecho eco en la ciencia y haya pasado poco menos que desapercibida?

El año 1846, uno de los sábios que mas han ilustrado la filosofía natural, el tan eminente físico como sábio químico M. Gay-Lusac, fijó su atención en un cuerpo cuyo estudio ha dado lugar á trabajos importantes y á discusiones animadas, y cuyo conocimiento data del año 1540 en que le descubrió Valerio Cordo, pero que casi pasó desapercibido hasta 1750 en que Frobenio lo estudió y designó con el nombre de *éter sulfúrico*, por ser el resultado de la acción del ácido sulfúrico sobre el alcohol. De una série de investigaciones analíticas se vino á deducir que este éter podia considerarse formado de dos volúmenes de gas oleificante, unidos á uno de vapor acuoso, y el alcohol de dos volúmenes de los mismos cuerpos. La conformidad de estos resultados con la densidad de estos compuestos en estado de vapor, era tan perfecta que debia convencer aun á aquellos que no habian fijado su opinion acerca del agrupamiento molecular de las sustancias orgánicas. MM. Dumas y Boullay publicaron sobre los éteres que se llamaban compuestos, un trabajo que forma época en la ciencia. Demostraron que estos cuerpos contenian los elementos de un ácido, unidos precisamente á dos volúmenes de gas oleificante y un volumen de vapor acuoso, es decir, á los elementos del éter sulfúrico, llamado tambien simplemente éter. Atribuyendo al carburo de hidrógeno un papel análogo, hasta cierto punto, al del amoniaco, compararon los éteres á las sales amoniacaes. Era la primera vez que en Química orgánica una série de fenómenos análogos eran agrupados por la teoría, y que los hechos relativos á la formación, á

la composición y á la metamorfosis de una clase entera de cuerpos, recibia una interpretación sencilla por medio de fórmulas y ecuaciones atómicas. Además estas ideas adquirieron mayor crédito por las investigaciones de varios químicos y especialmente por las de Mitscherlich, el cual consideró el ácido benzoico hidratado como un compuesto de dos átomos de ácido carbónico y uno de benzina. De todos estos hechos querian deducir una ley general, segun la cual, «los compuestos orgánicos eran siempre el resultado de la union de combinaciones binarias.» Estas eran un carburo de hidrógeno con agua, ó un carburo de hidrógeno con un ácido anhidro ó hidratado, tratando de este modo de armonizar esta teoría con la del dualismo, que era la que se seguia en Química mineral en la interpretación de todos los fenómenos. Berzelius se opuso tenazmente á este sistema, puesto que no podia sufrir con tranquilidad el que se dijera que estas doctrinas estaban en conformidad con las suyas, porque si bien es verdad que tienen de comun el considerar á los cuerpos como combinaciones binarias, les faltaba la principal condicion, que era la de que estas combinaciones binarias tuvieran de comun el elemento mas electro-negativo. Esto dió lugar á que el químico sueco se hiciera cargo de los trabajos verificados en los éteres, y resucitando la idea de los radicales compuestos, única que estaba en armonía con el dualismo de Lavoisier, explicase por medio de ella la composición, propiedades y reacciones de todas las sustancias orgánicas.

El Secretario perpétuo de la Academia de Stokolmo comparaba los éteres con las sales propiamente dichas, y admitia la existencia de un óxido orgánico que no era otro que el éter; y así como los químicos franceses referian á la antigua teoría del amoniaco las combinaciones orgánicas, Berzelius trató de armonizarlas con la teoría del amonio, aceptada ya por todos los químicos. Las ideas de este químico hicieron eco en casi todos sus discípulos, y el muy ilustre Baron Justo Liebig las hizo suyas, apoyándolas con toda la fuerza de su carácter, y los radicales compuestos se admitieron como un hecho perfectamente demostrado despues del descubrimiento del cianógeno por Gay-Lu-

sac, y el cacodilo por Bunsen. El éter era para estos químicos un óxido de radical compuesto de cuatro átomos de carbono y diez de hidrógeno; este radical fué designado por Liebig con el nombre de *etilo*. Este podía unirse al cloro y demás cuerpos simples, formando un cloruro ú otras combinaciones binarias de primer orden. El éter ordinario ú óxido de etilo puede unirse como los óxidos metálicos al agua para formar un hidrato, que es el alcohol, y á los oxácidos anhidros para formar verdaderas sales, que son los éteres compuestos, combinaciones binarias de segundo orden, y así sucesivamente; enteramente lo mismo que se explicaba en Química mineral, con lo que se armonizaba el estudio de las dos ciencias, confundiéndolas en una sola, que era el afán constante de todos los que se dedicaban á este estudio.

Las dos teorías que acabamos de exponer han sido objeto de grandes debates científicos, y el origen de dos escuelas antagonistas donde el sistema de enseñanza era distinto; la *escuela alemana*, á cuya cabeza estaba Liebig, y la *escuela francesa*, que reconoció por jefe á Dumas. Fué tan encarnizada la lucha entre estos dos paladines científicos, que dió lugar á que el primero de ellos fuera á París, y despues de célebres é inolvidables sesiones, convinieran estos dos sábios en que «*las sustancias orgánicas oxigenadas eran óxidos de radicales compuestos.*» La opinion unánime de los referidos químicos fué presentada por Dumas á la Academia de Ciencias de París el 23 de Octubre de 1837, en una nota titulada *sobre el estado actual de la Química orgánica*; el lenguaje de esta nota es tan terminante que parece hallarse convencidos, como lo demuestran las siguientes palabras que son de M. Dumas.

«Se comprende fácilmente que con los cincuenta y cuatro elementos conocidos se puede, por medio de un cortísimo número de leyes de combinacion, y formando todos los compuestos binarios ó todas las sales posibles, producir, no solo todos los compuestos conocidos en el reino inorgánico, sino formar además un número crecido de compuestos análogos.»

» Pero ¿cómo hemos de aplicar con algun éxito estas nociones

á la Química orgánica? En esta no se encuentran menos especies que en la Química mineral, y no son menos variadas. Además, en vez de los cincuenta y cuatro elementos que hemos dicho se hallan en la Química inorgánica, apenas encontramos mas de tres ó cuatro en la mayor parte de los compuestos orgánicos conocidos. En una palabra ¿cómo podemos explicar y clasificar, por medio de las leyes de Química mineral, los seres tan variados que se separan de los cuerpos organizados, y que casi todos están formados solamente de carbono, hidrógeno y oxígeno, á los que suele agregarse á veces el nitrógeno?»

«Esta era una de las cuestiones más grandes y magníficas de la filosofía natural, una cuestion perfectamente presentada para excitar al mas alto grado la emulacion de los químicos, porque una vez resuelta, la ciencia adquiria uno de sus mejores principios. Íbamos á descorrer el velo que cubre los misterios de la vegetacion y de la vida animal; á conocer la clave de todas las modificaciones de la materia, tan rápidas, tan bruscas y tan singulares, que pasan en los animales y las plantas; y finalmente, íbamos á hallar el medio de imitarlas en nuestros laboratorios.»

«Pues bien, no abrigamos temor alguno en decirlo, que respecto á nosotros no es una asercion emitida á la ligera; esta grande y magnífica cuestion se encuentra resuelta en la actualidad; falta únicamente que deducir todas las consecuencias dependientes de su solucion. Y ciertamente que si antes de que la experiencia nos hubiese enseñado esta nueva via, se hubiera preguntado á un químico cuál era su opinion acerca de la naturaleza de las sustancias orgánicas, por grande que fuese su talento, se puede asegurar que nada hubiera contestado que fuera digno de ponerse en parangon con esas leyes simples, regulares y tan bellas que la experiencia nos ha dado á conocer de algunos años á esta parte.»

«En efecto, para producir con tres ó cuatro elementos combinaciones tan diversas y quizás mucho mas variadas que las que componen todo el reino mineral, la naturaleza se ha valido de un medio tan sencillo como inesperado, porque con los ele-

mentos ha formado compuestos que poseen todas las propiedades de los mismos cuerpos elementales.»

«Por nuestra parte tenemos un convencimiento de que este es todo el secreto de la Química orgánica.»

«Así es que la Química orgánica tiene elementos propios que unas veces desempeñan el papel que pertenece al cloro y al oxígeno en la Química mineral, y otras, por el contrario, el que corresponde á los metales. El cianógeno, el amido, el benzoilo, los radicales del amoniaco, de los cuerpos grasos, de los alcoholes y de las sustancias análogas, son los verdaderos elementos de que se vale la Química orgánica, y no los elementos definitivos carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, elementos que no se manifiestan hasta que desaparece el menor indicio de origen orgánico.»

«Segun nuestro modo de ver, la Química mineral abraza todos los cuerpos que resultan de la combinacion directa de los elementos propiamente dichos.»

«Por el contrario, la Química orgánica debe reunir todos los seres formados por los cuerpos compuestos que funcionan como lo harian los elementos.»

«La diferencia que existe entre la Química mineral y la orgánica, es que en la primera los radicales son simples, y en la segunda compuestos. Por lo que respecta á las leyes de combinacion y de reaccion, son las mismas en estas dos ramas de la Química.»

«Tal vez pudiéramos añadir, por una especie de presentimiento que es permitido cuando se considera la cuestion filosóficamente, que la menos avanzada de las dos Químicas que se acaban de definir, no es tal como se la considera.»

«Efectivamente, si los radicales de la Química mineral, como son el oxígeno, el azufre, los metales, etc., son cuerpos compuestos, nadie es capaz de preveer cuando y como se llegará á descomponerlos. Si esto es posible, habrá que hacer uso para descomponerles de fuerzas que nos son desconocidas.»

«Respecto á la Química orgánica, la dificultad es mucho menor y sucede precisamente lo inverso, puesto que sabemos en

efecto que los radicales son compuestos. Toda la ciencia del químico consiste en manejarlos de tal modo que evite toda destruccion que les reduzca al estado mineral; es decir, al estado en que sus elementos son verdaderamente indescomponibles. Este tránsito de los elementos orgánicos compuestos á sus elementos inorgánicos simples, puede preveerse é impedirse, porque se verifica por medio de leyes fáciles de conocer. Así es que casi siempre se puede reconocer un radical orgánico y hacerle pasar de una combinacion á otra sin que se reduzca á sus elementos inorgánicos.»

«Tal como nosotros la concebimos, la Química orgánica nos ofrece, segun esto, radicales que hacen el mismo papel que los metales, y otros que le desempeñan análogo al del oxígeno, cloro, azufre, etc., Estos radicales se combinan entre sí ó con los elementos propiamente dichos, y por medio de las leyes mas simples de la Química mineral, dan origen á todas las combinaciones orgánicas.»

«Descubrir estos radicales, estudiarlos y caracterizarlos, ha sido por espacio de diez años nuestro estudio diario.»

Dumas manifestó despues que tanto él como Liebig habian abierto sus laboratorios á todos los que quisiesen cooperar al desarrollo de este vasto campo de investigaciones. El primero de estos químicos abandonó bien pronto sus compromisos y empezó á explicar la Química orgánica con arreglo á otra nueva teoría que el desarrolló y que ha hecho gran fortuna, puesto que ha sido la base de las que en la actualidad rigen en la mayor parte de las Escuelas químicas de Europa, sembradas materialmente de discípulos del eminente y noble químico francés. Liebig, por el contrario, partidario acérrimo de la teoría de los radicales compuestos, permaneció fiel á sus propias convicciones, y en la obra que publicó en 1840 no hace mencion de ninguna otra teoría, y define la Química orgánica diciendo que es la *«Química de los radicales compuestos.»*

Admitida por la mayor parte de los químicos la idea de los radicales compuestos, no todos los consideraban de la misma manera; unos, siguiendo á Berzelius, excluian de su composi-

ción el oxígeno, y otros admitían que este elemento podía formar parte de ellos. Esta última opinión nació á consecuencia de un trabajo publicado por dos jóvenes químicos que estaban llamados á dar á la ciencia grandes días de gloria; uno de ellos y de quien ya hemos hecho especial mención, es M. Justo Liebig, profesor de la Universidad de Giessen, y el otro es M. Federico Wöhler, uno de los discípulos predilectos de Berzelius, y profesor de la Universidad de Gotinga. En efecto, estos químicos, estudiando la esencia de almendras amargas, obtuvieron una serie de derivados en los que se veía constantemente una molécula formada de 14 átomos de carbono, 40 de hidrógeno y 2 de oxígeno, pasar de una combinación á otra sin alterar su composición; y como estas son las condiciones que ha de reunir un compuesto para considerarle como radical, de aquí el que la admisión del *benzoilo* era una consecuencia de sus bellas experiencias, segun las cuales la esencia de almendras amargas era un hidruro, y el ácido benzoico un óxido; sirviendo esto de apoyo á la teoría de los radicales, pero no tal cual la consideraba Berzelius, que nunca admitía que el oxígeno formase parte de ningun radical; siendo este el primer ataque formal que recibió la teoría electro-química sostenida por este sábio hasta sus últimos días.

Estamos en una época en que la ciencia tiene en muy poco el principio de autoridad, cuando nuevos hechos vienen á echar por tierra las teorías que aprendimos en las escuelas; el discípulo se erige en reformador y no respeta lo que aprendió de su maestro. Ya lo hemos indicado antes; Dumas, el defensor acérrimo de los radicales compuestos ante la Academia de ciencias de París, segun hemos visto, empezó una encarnizada lucha contra ellos, tomando como base el hecho tan conocido del blanqueo de la cera por el cloro, verificado en 1854 por Gay-Lusac, en el que el hidrógeno, elemento electro-positivo, es sustituido en volúmenes iguales por el cloro electro-negativo, de donde nació la idea de las *sustituciones* y teoría de la *metalepsia*, en contradicción abierta con el dualismo y electro-química de Berzelius. Dumas trazó con arreglo á sus nuevas ideas el pro-

grama que debía seguirse para el estudio de la Química, programa que, á decir verdad, aun no está completo, á pesar de los poderosos auxiliares que han intervenido en él, y entre los que brillan en primer término Laurent y Gerhardt, (1) arrebatados por la muerte en lo mejor de su edad. De los esfuerzos reunidos de estos tres sábios nació una escuela, la *nueva escuela francesa*, que erigió y conserva como jefe á Mr. Dumas.

La sustitución del hidrógeno por el cloro en el blanqueo de la cera, no era un hecho aislado. Dumas observó esto mismo con un número tan considerable de materias orgánicas hidroge-

---

(1) Entre los adversarios mas acérrimos de las doctrinas dualísticas de Berzelius, la historia de la ciencia colocará en primera línea á Laurent y á Gerhardt. Estos nombres son inseparables y deben confundirse en una admiración común, ya que los sábios que los han ilustrado estuvieron unidos por sus trabajos, sus luchas y su amistad. Talentos de primer orden, se emplearon en resolver las cuestiones mas difíciles, y dirigieron su atención mas bien hácia los puntos teóricos que á los de aplicación. Con diversas aptitudes caminaban hácia el mismo objeto, y se prestaban mútuo apoyo para la defensa de las mismas ideas. Uno de ellos, maestro en el arte de las experiencias, era tan hábil para descubrir los hechos como ingenioso para interpretarlos; el otro, menos apto para seguir los detalles, brillaba por la facultad de abrazar los fenómenos en conjunto. Laurent estaba adornado del espíritu de análisis y clasificación, y Gerhardt era superior por su talento generalizador.

Dos figuras tan interesantes merecen ser conocidas de todos, y esto nos obliga á apuntar aquí algunos rasgos biográficos, aunque no sea mas que como una prueba de agradecimiento hácia los fundadores de la Química moderna.

*Augusto Laurent* nació el 14 de Noviembre de 1807, en la Folie, cerca de Langres; á los 19 años ingresó de externo en la Escuela de minas, y tres años despues recibió el diploma de ingeniero. En 1831 fué nombrado preparador de la Escuela central de artes y oficios. El profesor era M. Dumas, y acogió con entusiasmo al jóven Laurent y le inició en los procedimientos de análisis orgánica. Agregado despues al laboratorio de la fábrica de Sévres por Alejandro Brogniardt, se adquirió bien pronto una alta reputación de químico. Durante sus primeros años su existencia fué bastante penosa, viéndosele de fábrica en fábrica buscando los medios indispensables para vivir; este estado duró

nadas, que las que no presentan este fenómeno se las puede considerar como excepciones; demostró además que el bromo se conduce en general como el cloro. Esta observación ha conducido al descubrimiento de infinidad de cuerpos clorados y bromados. Tanto este químico como sus numerosos discípulos, que se entregaron con afán al estudio de estas sustituciones, hallaron que en muchos casos, después de verificado el cambio de elementos, los cuerpos resultantes tenían las mismas propiedades químicas fundamentales. Esta circunstancia condujo á establecer como principio que el *cloro* ó el *bromo*, siempre que sus-

hasta que se decidió en 1858 á aceptar la cátedra de Química de la Facultad de Ciencias de Burdeos. En sus explicaciones se manifestó contrario de la teoría del dualismo y acérrimo defensor de la escuela unitaria, no admitiendo que los compuestos estuvieran formados por la reunión de dos cuerpos diferentes y de propiedades antagonistas, sino que cada uno de ellos era producto de una reunión arbitraria, y que estaba formado por el conjunto de un número variable de elementos simples ó compuestos que se pueden sustituir á voluntad por grupos análogos sin alterar la fisonomía general, la armonía, ó como se dice hoy, el *tipo* de este compuesto. Tal es en su conjunto el principio de la reforma, introducido por Augusto Laurent en la Química moderna.

Pero no se limitó á explicar la composición molecular de los cuerpos, sino que quiso resolver el gran problema práctico de la clasificación de los cuerpos orgánicos, reuniendo en grupos naturales los que ofrecían entre sí grandes analogías de composición; con este motivo desarrolló una teoría, que es la *teoría de los núcleos*, por medio de la cual se proponía explicar el agrupamiento molecular de las sustancias orgánicas, y su distribución metódica en *séries*, siendo el primer ensayo de esta clase que se hizo en Química orgánica, y refiriendo todos los términos incluidos en ellas á cierto número de tipos cuidadosamente escogidos.

El 11 de Agosto de 1845 fué nombrado miembro corresponsal de la Academia de Ciencias de París, y esto le excitó los deseos que tenía de ir á explicar una cátedra á dicha capital; vacante la de Análisis del Colegio de Francia, creyó que lograría su deseo, contando con la protección de Biot y Arago que le patrocinaban con entusiasmo; pero sus esperanzas fueron defraudadas, y se encontró en París sin recursos, obligado á vivir en un cuarto piso en la calle de la Universidad. Con este motivo empezó á abatirse el ánimo de Laurent, y no disponiendo de

tituyen al hidrógeno equivalente por equivalente, *hacen en la nueva combinación el mismo papel que el hidrógeno*. Como según la teoría electro-química el cloro es uno de los cuerpos electro-negativos mas poderosos, al paso que el hidrógeno es electro-positivo, dedujo Dumas, de la identidad del papel, que estos dos cuerpos pueden hacer que las ideas electro-químicas no se hallan suficientemente basadas para recibir su aplicación en la ciencia; creyó que el papel que desempeña un elemento en un compuesto orgánico no depende de las propiedades primitivas de este elemento, sino del lugar que ocupa en el compuesto, por

ningun centro oficial donde dedicarse á sus trabajos, se vió en la necesidad de escoger en la casa de la moneda, de la cual era ensayador, una habitación sombría, una especie de cueva donde adquirió la tisis pulmonal que le condujo al sepulcro en 1854.

En los funerales de Laurent no podía menos de verse con tristeza la actitud sombría de *Charles-Frederic Gerhardt*.

El noble amigo del tan desgraciado sábio parece como que adivinaba que dos años después había de sucumbir víctima de las mismas causas que Laurent. Tal era la suerte que le estaba reservada al segundo jefe de la nueva escuela química, que es aceptada hoy por toda la Europa sábia.

Dotado de una fuerza de voluntad inmensa, Gerhardt llegó en plena juventud á adquirir gran renombre científico. Nació en Strasbourg el 21 de Agosto de 1816. Habiendo estudiado la Química en Alemania, en la escuela de Liebig, fué nombrado á los 22 años profesor de Química de la facultad de Ciencias de Montpellier. Explicando las doctrinas de Laurent, y constantemente ocupado en corroborarlas por medio de sus investigaciones, dividió con él el honor de crear la escuela química unitaria.

Cuatro años explicó en Montpellier; pero pequeño círculo una provincia para abrazar su genio, se trasladó á París con su amigo y colaborador para continuar juntos sus proyectadas investigaciones. Viéndose sin recursos, creó una escuela de Química práctica que dirigió por espacio de cuatro años. Durante este tiempo fué cuando hizo la mayor parte de sus trabajos y empezó á publicar su *gran tratado de Química orgánica*. Obra indispensable á todo el que se dedique al estudio de esta ciencia.

Su escuela práctica de Química no le proporcionaba bastantes recursos, y este eminente químico, tan admirado fuera de Francia, solicitó

cuya razon el cloro ó un elemento cualquiera debia desempeñar las veces que el hidrógeno que hubiese reemplazado.

Del hecho de las sustituciones nació la idea de los *tipos*. Dumas, despues de haber descubierto el ácido tricloraético (1840) fué el primero que manifestó que cuando el cloro sustituye átomo por átomo, al hidrógeno de un compuesto orgánico, el nuevo cuerpo clorado y el hidrogenado de que se deriva, pertenecian al mismo tipo. Y bajo este punto de vista consideró tambien á todos los demás compuestos en que el bromo, oxígeno, etc., reemplazaba al hidrógeno.

La sustancia hidrogenada primitiva y los cuerpos formados por sustitucion, correspondian al mismo *tipo químico*, cuando

varias veces un puesto oficial en la enseñanza para poder continuar sus trabajos, pero no pertenecia al Instituto y todas las puertas estaban cerradas para él.

El 5 de Setiembre de 1852 leyó en la Academia una memoria titulada "Investigaciones sobre la clasificacion de las sustancias orgánicas," en la que emitia ideas nuevas é importantes sobre el equivalente del carbono, hidrógeno y oxígeno, que mas tarde desarrolló en un trabajo mas extenso é interesante. Propuso la clasificacion en series con arreglo á la cantidad de carbono, é introdujo en la ciencia la idea de los homólogos é isólogos. A pesar de sus trabajos, estos ó no fueron comprendidos por entonces, ó los académicos miraban mal que un químico independiente se sobrepusiera á ellos; el caso es que no le concedieron el premio Jøker, á que tenia derecho, y con el que contaba para sobrellevar su modesta existencia. (Este premio, destinado para el que publicara la obra mas útil de Química orgánica, consistia en 50,000 francos; fué concedido á los dos químicos de que nos ocupamos, pero despues que habian dejado de existir, repartiéndose entre sus viudas.)

El gobierno premió algun tanto el mérito de Gerhardt nombrándole el 25 de Enero de 1855 á la vez titular de dos cátedras de Química de la facultad de Ciencias y de la Escuela de Farmacia de Strasbourg, y renunciando á la Academia y á los sábios de París, que despreciaban sus solicitudes, aceptó la posicion honrosa que se le ofreció en su ciudad natal.

En el mes de Agosto de 1856 fué detenido en su brillante carrera, y sucumbió inopinadamente en medio del dolor de sus compañeros y amigos, á los 40 años de edad, victima de un ataque de cólera fulminante.

á pesar del cambio sufrido en la composicion no se alteraban sus propiedades químicas fundamentales, ó sea que bajo la influencia de un mismo reactivo experimenten la misma metamorfosis, dando por resultado cuerpos que guardan entre sí la misma relacion que sus generadores. Así sucede con el ácido acético y el tricloraético, que son ácidos monobásicos poderosos, y que se fraccionan por influjo de los álcalis de una manera análoga, dando el uno gas de los pantanos—trihidruro de formilo—y el otro cloroformo—triclورو de formilo.

La sustancia primitiva y los cuerpos que de ella se derivan por sustitucion, correspondian al mismo *tipo mecánico*, cuando, á consecuencia de dicha sustitucion, se modificaban sus propiedades químicas fundamentales sin que variase, no obstante, el número de átomos constitutivos. Como por ejemplo, el alcohol y el ácido acético.

Tales fueron las bases sobre que se levantó la teoría de los tipos de Dumas.—Consignemos ahora que la idea de los tipos mecánicos fué de Regnault.

En un principio solo se admitió la sustitucion directa de un elemento por otro. Posteriormente Dumas añadió á los grupos formados de este modo, los compuestos nitrogenados que resultan de la sustitucion del hidrógeno por el ácido hiponítrico, y este fué un acontecimiento de gran importancia porque facilitó mucho el camino á las ideas que en la actualidad predominan, acerca de la sustitucion de los radicales compuestos por los elementos.

Pero lo mas notable de la nueva doctrina era la manera como tenian de considerar las combinaciones químicas. El dualismo las representaba como si estuvieran formadas de dos elementos simples ó compuestos á su vez. Dumas las concebía como si estuviesen constituyendo un todo cuyas diferentes partes se hallaran ligadas entre sí. Comparándolas á un sistema planetario, admitia que los átomos se conservaban unidos por la afinidad; que aunque de ellas sustrajésemos un átomo, siempre que le reemplazáramos por otro, siquiera fuera diferente, el sistema quedaria intacto; y últimamente, que este cambio podía

tambien efectuarse con un átomo compuesto sin que se alterara la constitucion general de las combinaciones. (1)

Ahora bien ¿quién desconocerá que estas ideas son la base de nuestras teorías modernas, y con especialidad el punto de partida de lo que Laurent y Gerhardt llamaron despues *sistema unitario*?

De esta manera se introdujo en la ciencia la idea de los tipos, pero bajo una forma que no podia dar grandes resultados, puesto que no era susceptible de una generalizacion extraordinaria. Se limitaba á expresar de un modo elegante y preciso la relacion que las sustituciones crean entre un compuesto dado y sus derivados, y adoptando tantos tipos como combinaciones primitivas, no señalaba entre ellos linea alguna de contacto.

Los discípulos de M. Dumas se apoderaron de la idea del maestro, que fueron modificando sucesivamente, reduciendo cada vez mas el número de los tipos hasta llegar á referir todos los compuestos, tanto minerales como orgánicos, á *cuatro tipos fundamentales* que son los que hoy admite la escuela unitaria. Y como quiera que hayan sido muchos los que han reunido materiales para la construccion del edificio actual de la ciencia, iremos fijando la parte que á cada uno le corresponde.

Hácia 1836 (1) Laurent, á consecuencia de sus trabajos sobre la naftalina, hizo ya una tentativa para agrupar todas las sustancias orgánicas al rededor de los carburos de hidrógeno, á los que consideraba como tipos fundamentales, los cuales, perdiendo hidrógeno con ó sin sustitucion de este elemento por el cloro, por el oxígeno, etc., daban nacimiento á los demás compuestos orgánicos. Posteriormente, al desarrollar su célebre teoría de los núcleos, fué el primero que comparó á ciertos óxidos con el

(1) M. Dumas escribió una série de memorias sumamente interesantes sobre esta materia, que pueden consultarse en los Annales de Chimie et de physique, t. LXXIII, página 73 y 113, t. LXXIV, página 5, tomo II (nueva série) página 204, t. V, página 355.

(2) Annales de Chimie et Physique, segunda série, t. LXI, página 125; 1836.

agua. *El hidrato de potasa*, dijo, *es agua en la cual un átomo de hidrógeno se ha sustituido por el potasio*, y una consideracion idéntica aplicó á los demás óxidos anhidros ó hidratados.

Ardiente partidario de las ideas de Laurent, su compañero inseparable Gerhardt publicó en 1845 su magnífica obra de Química orgánica, donde sentó las bases de una nueva clasificacion de las sustancias orgánicas en séries que tenian entre sí alguna relacion.

Quando se consideran, dice, las materias orgánicas bajo el punto de vista de su combustion, se observa que presentan gradaciones sucesivas, de modo que forman una inmensa escala cuyos dos extremos están ocupados en la cima por la materia cerebral, la albumina, la fibrina y demás sustancias mas complejas; y en la base, por el ácido carbónico, el agua y el amoníaco precediendo al espíritu de madera, al ácido fórmico y á los cuerpos que de él se derivan. Una infinidad de escalones ocupan el término medio comprendido entre estos dos extremos; el químico, aplicando los medios de combustion á las sustancias colocadas en los escalones superiores, descende la escala, ó lo que es lo mismo, simplifica poco á poco estas sustancias quemando sucesivamente una parte de su carbono y su hidrógeno; y por el contrario, sube la escala aplicando á las sustancias orgánicas procedimientos de reduccion. (1)

Estas ideas fueron las que les sirvieron de guia á M. Gerhardt para hacer su célebre clasificacion de las sustancias orgánicas en séries, cuya nocion es debida á Laurent, é implica lo mismo la idea de *homología* que la de *heterología*. Se llaman cuerpos *heterólogos* los que tienen la misma procedencia, como el alcohol y todos sus derivados, con los que forma una série; y *homólogos* son los que gozan de las mismas propiedades químicas y cuya composicion presenta ciertas analogías en las proporciones relativas de los elementos; así por ejemplo el ácido fórmico, el ácido acético, el valerianico y el palmítico son *homólogos*, poseen

(1) Precis de Chimie organique. T. I, p. 21.

las mismas propiedades químicas, contienen cuatro equivalentes de oxígeno, (4) y en todos el carbono y el hidrógeno se encuentra en la proporción de 2:2; además su manera de formarse es análoga; el ácido fórmico proviene de la oxidación del alcohol metílico, como el acético proviene de la del alcohol ordinario; el valerianico del amílico, y el palmítico del etílico: para verificarse estas transformaciones todos obedecen á la misma reacción, pierden los alcoholes dos de hidrógeno y ganan dos de oxígeno y se cambian en ácidos; finalmente, bajo la influencia de los mismos agentes experimentan los cuerpos homólogos la misma transformación, dando por resultado, otros, que guardan entre sí la misma relación que sus generadores.

Según estos principios, la escala orgánica se compondría de cierto número de escalones, cuya gradación estaría determinada por el número de los equivalentes de carbono contenidos en una molécula de sustancia. El alcohol metílico, el ácido fórmico, etc., se colocarían en el primer escalón, á cuyos compuestos preceden inmediatamente las sustancias minerales agua, ácido carbónico y amoníaco, producto de la destrucción de las materias orgánicas. El alcohol común, el ácido acético, etc., vendrían á colocarse en el segundo escalón; el alcohol amílico y sus derivados en el quinto, el etal, ácido palmítico y demás cuerpos que de estos se derivan, en el décimosexto y así sucesivamente.

«De este modo se construiría una verdadera escala de com-

(4) Con objeto de evitar confusiones, sobre todo en los que no están muy familiarizados con las fórmulas orgánicas, advertiremos que siempre que hagamos referencia á la composición de una sustancia cualquiera, usaremos los equivalentes ordinarios para el carbono y el oxígeno, los cuales se representan por un número doble según Gerhardt y los químicos unitarios, así que las fórmulas que estos usan vienen siempre representando la mitad de carbono y oxígeno, que en las usuales; mas teniendo presente este dato, es bien fácil reducir unas á otras; así por ejemplo el ácido acético que ordinariamente se formula  $C^4 H^4 O^4$ , los químicos unitarios lo formulan de este modo:  $C^2 H^4 O^2$ .

bustión que indicase el género de reactivos que el químico debe emplear en los ensayos de reproducción artificial.»

Distribuidos los cuerpos homólogos según la cantidad de carbono, resultan un gran número de series que abrazan todas las sustancias orgánicas. Una especie química cualquiera, escogida arbitrariamente como término de comparación entre especies homólogas, es lo que Gerhardt llama *tipo*. Así por ejemplo el tipo de todos los alcoholes, es el alcohol común; de todos los carburos de hidrógeno que resultan de la deshidratación de estos mismos alcoholes, es el etileno; de todos los aldehidos, lo es el etílico; de los ácidos monoatómicos, el acético, etc., etc. Según esta definición, que es distinta de la que daba Dumas, el número de tipos es considerable, siéndolo también las series á su vez; el mismo Gerhardt lo comprendió así, y ya veremos como llegó á admitir solo los cuatro de que ya hemos hecho mención; pero como quiera que la gloria no le corresponde á él exclusivamente, daremos á conocer las ideas tal cual hayan ido apareciendo en la ciencia.

Al tipo agua indicado por Laurent, siguió el tipo amoníaco. Hacia tiempo que los químicos, al ver que los alcaloides naturales contenían todos nitrógeno, y que por destilación en contacto de los álcalis, daban amoníaco, se les ocurrió el pensar que todos ellos contenían este cuerpo; Berzelius los consideraba como *amoníacos copulados*, ó sea que están combinados con una sustancia orgánica que no los neutraliza por completo, que es la que llama *cópula*, teoría que está basada, entre otras razones, en que se combinan directamente con los hidrácidos, que no lo hacen sin la intervención del agua con los oxácidos y que precipitan por medio del cloruro platínico; lo cual está también demostrado por la composición de la urea, base de Grosse y base de Reysel. Esta importante cuestión ha sido aclarada desde el descubrimiento de los llamados primero *amoníacos compuestos*, y *aminas* despues.

En 1849 Mr. Adolfo Wurzt descubrió el metiliaco y etiliaco, é indicó que podían considerarse ya como éter, en el que el oxígeno era reemplazado por el amidógeno, ó ya como *amonía-*

co, en el que un equivalente de hidrógeno era reemplazado por un equivalente de radical alcohólico. (1) Esta suposición representa ya la idea típica, y M. Hoffmann, guiado por su brillante descubrimiento de la dietilamina y trietilamina verificado algunos meses después, volviendo á insistir en ella la hizo triunfar, considerando todas estas bases como amoniaco, en el que uno, dos ó tres equivalentes de hidrógeno, son reemplazados por uno, dos ó tres grupos de radicales alcohólicos. (2)

Con estos datos el *tipo amoniaco* estaba ya establecido y vinieron á referirse á él las amidas, interesante grupo de cuerpos que habia sido descubierto por Dumas en 1820, y consideradas como cuerpos binarios resultantes de la combinación del amidógeno con otro cuerpo; según la teoría actual todas derivan del tipo amoniaco, en el cual uno ó mas equivalentes de hidrógeno son sustituidos por uno ó mas radicales ácidos.

Antes de pasar adelante debemos hacer una observación, y es que en la nueva teoría las sustituciones se concilian con los radicales tal cual los concebía Berzelius, pero descartando la idea dualística, puesto que las propiedades del cuerpo resultante de la sustitución, dependen de la naturaleza de los que intervienen en ella; el amoniaco, sustancia alcalina, conserva esta propiedad, mientras que el hidrógeno es sustituido por un radical electro-positivo como él (aminas,) pero pierde esta propiedad y llega á ser neutro cuando el radical que sustituye al hidrógeno es electro-negativo (amidás.)

La teoría de los *nuevos tipos* recibe una gran impulsión, y nuevos descubrimientos vienen á constituir la ya en doctrina general. En 1851 M. Williamson publicó sus bellos trabajos sobre la eterificación y sobre la existencia de los éteres mistos. (3) El eminente químico inglés daba acerca de este particular una

(1) Comptes rendus. T. XXVIII, p. 224.

(2) Comptes rendus. T. XXX, p. 447.

(3) Las ideas de este químico han sido desarrolladas con un talento admirable por el profesor americano M. Sterry Hunt.

admirable demostración; si la molécula alcohol contiene un grupo etílico, la molécula de éter tendrá dos. A uno y otro compuesto los comparó, no solo con el *agua*, sino con los hidratos y óxidos de la Química mineral, y el agua vino á ser el tipo de todos estos cuerpos tan diferentes entre sí por sus propiedades, aunque análogos por su estructura molecular. Esta teoría estableció entre el alcohol y el éter relaciones de la misma naturaleza que las que existen entre los ácidos y sus éteres compuestos, y estos últimos se compararon con las sales. De modo que los ácidos, las sales, los alcoholes y los éteres compuestos, fueron considerados como combinaciones de igual orden y colocadas en el *tipo agua*.

Gerhardt adoptó las ideas de Williamson y las generalizó admitiendo los *tipos hidrógeno* y *ácido clorhídrico*, dando una nueva extensión á los tipos *agua* y *amoniaco* con su bello descubrimiento de los ácidos orgánicos anhidros, que llamó *anhidridos* y los consideró derivados del tipo agua, cuyos dos equivalentes de hidrógeno están totalmente sustituidos por radicales ácidos.

En el tipo hidrógeno colocó Gerhardt los aldehidos, las acetonas y un gran número de hidrocarburos, entre otros los radicales alcohólicos etilo, metilo, descubiertos por Kolbe y Frankland, y que habian sido objeto de tan reñidas discusiones. Consideraba, como Laurent, la molécula hidrógeno formada de dos átomos, ó sea como el *hidruro de hidrógeno*, lo mismo que las moléculas cloro, bromo, yodo, cianógeno y los radicales alcohólicos y, cosa rara, los partidarios del dualismo los habian considerado como grupos únicos, y el defensor de la idea unitaria hace ver que resultan de la unión de dos radicales alcohólicos, y les atribuye una constitución binaria, una fórmula doble.

El tipo ácido clorhídrico comprende los cloruros, bromuros, yoduros y cianuros tanto minerales como orgánicos.

A estos cuatro cuerpos á que podemos referir todos los demás, designa Gerhardt con el nombre de *tipos de doble descomposición*. Admite que siempre que las moléculas reaccionan, se verifica un cambio entre los átomos. Este cambio es la doble descomposición, especie de reacción la mas frecuente en efecto, pero que

no es la única, como exponía este químico para encarecer sus ideas.

Al verificarse la sustitucion en estos tipos, sucede muchas veces que el hidrógeno lo es por un radical que contiene este metaloide. (1) Para distinguir el hidrógeno que forma parte de este radical, del que queda en la fórmula primitiva, se ha convenido dar siempre á este último el nombre de *hidrógeno típico*, y por igual razon se llaman *oxígeno típico* y *nitrógeno típico* los que se hallan en las mismas circunstancias.

En resúmen; podemos dejar sentado como principio general «*que todos los cuerpos que tienen una constitucion molecular semejante, pertenecen al mismo tipo, y que sus propiedades pueden ser distintas segun que lo sean los elementos que les formen.*» Proposicion importante que tiende á conciliar las ideas antiguas con las modernas, segun las que se da gran valor al lugar que ocupan los elementos y no á la naturaleza de los mismos.

Para expresar de una manera satisfactoria esta influencia de la naturaleza de los elementos en las propiedades de los cuerpos que tienen la misma constitucion, se puede, como hace Gerhardt, colocar en una misma línea horizontal todos los que pertenecen á un mismo tipo: los cuerpos básicos ó electro-positivos á la izquierda; los neutros en el centro, y los ácidos ó electro-negativos á la derecha.

La potasa, que es un álcali poderoso, está colocada en un lado; los ácidos acético y nítrico, en otro, y los éteres compuestos y las sales, en el medio. ¿Por qué los cuerpos colocados á la izquierda son básicos? Porque contienen radicales fuertemente electro-positivos. Los que ocupan el medio son neutros, porque contienen elementos electro-positivos y negativos á la vez, y los de la derecha son ácidos, en razon á la naturaleza de los radicales oxigenados ó electro-negativos que contienen.

Esto se comprende perfectamente por la tabla adjunta, que

(1) Segun trabajos recientes de Graham, el hidrógeno debe considerarse como un metal y propone llamarle *hidrogenium*.

fué dada por primera vez á luz en 1852 por un periódico inglés, y despues reproducida por Gerhardt en su memoria sobre los ácidos orgánicos anhidros. (1)

	Extremidad izquierda ó positiva.	Términos intermedios.	Extremidad derecha ó negativa.
Tipo agua. H } O <sup>2</sup> H }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } O <sup>2</sup> =alcohol. H } C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } O <sup>2</sup> =éter sulfúrico.. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } C <sup>2</sup> H <sup>5</sup> } O <sup>2</sup> =éter metilético.. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } O <sup>2</sup> =éter acét. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } O <sup>2</sup> =ac. acético.. H } C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } O <sup>2</sup> =ac. acético anhidro.. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } O <sup>2</sup> =acetato benzoi-co.. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> }
Tipo hidrógeno. H } H }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } =hidruro de etilo H } C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } =etilo.. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } =acetona C <sup>2</sup> H <sup>5</sup> }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O } =aldehilo. H } C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } =acetilo.. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> }
Tipo ácido clorhídrico. H } Cl Cl }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } =cloruro de etilo Cl }		C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } =cloruro de acetilo.. Cl }
Tipo amoniaco. H } N H } H }	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } N =etilamina.. H } C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } N =dictilamina.. H } C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> } N =trictilam.. C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> }		C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> } N =acetamida.. H } H }

No todos los compuestos pueden referirse á estos cuatro tipos, por lo cual hubo necesidad de ampliarlos con la introduccion de *tipos condensados* y *tipos mistos*, y de esta manera pocos son los que no caben en esta clasificacion.

(1) Annales de chimie et de physique. 3.<sup>a</sup> série, t. XXXVII, p. 339.

Con esto daremos por terminada la exposicion de la teoría de los tipos, la cual tomó de la de los radicales compuestos la idea de esos grupos moleculares que funcionan como si fueran cuerpos simples; pero en lugar de representarlos como cuerpos dotados de una existencia real y de la fuerza de combinacion que caracteriza á los elementos, los considera como *residuos* capaces de sustituirse á los cuerpos simples y de formar así una multitud de combinaciones que pertenezcan al mismo tipo. Berzelius admitia un gran número de radicales que esperaba se llegarían á aislar algun dia; Gerhardt dice que estos residuos moleculares no pueden existir al estado de libertad, pero que en los compuestos donde existen se encuentran en aptitud de poderse sustituir á los cuerpos simples. De esta manera la teoría de los tipos se apropió la idea de los radicales, la cual se rejuveneció por el hecho de las sustituciones. Con arreglo á estas doctrinas se explica hoy la Química por los sábios mas eminentes de Europa, partidarios casi todos de la teoría unitaria iniciada por M. Dumas, desarrollada por Laurent y Gerhardt y sustentada por Williamson, Odling, Kekulé, Berthelot, Wurzt, Hoffmam, Hunt y tantos otros que han creado lo que se llama ya QUÍMICA NUEVA.

Siempre que en una ciencia se acepta por la generalidad un método cualquiera de enseñanza, es porque las doctrinas en que está basado son buenas y de fecundos resultados. En Química una teoría es buena cuando por medio de ella se pueden agrupar los hechos en un orden lógico, y es fecunda porque provoca descubrimientos que llevan en sí el germen del progreso. Ninguna de estas ventajas falta á la teoría de los tipos. De ella ha nacido una nueva concepcion, aun mas general, que viene á ser su mas brillante y filosófica demostracion. Esta es la *teoría de la atomicidad*. Idea nueva que es la base de la ciencia y que nos da el plan que para este estudio debemos seguir.

El exponer los principios en que se funda y las bellisimas aplicaciones que de ella se sacan, ha sido y es el afan constante de M. Adolfo Wurzt, que procura inculcar estas nuevas ideas en el ánimo de los químicos, y en todas sus obras la da una

gran importancia, así que lo que yo voy á exponer á la sábia consideracion del Claustro, no es mas que un extracto de lo que ha dicho el sábio decano de la Facultad de Medicina de París, y esto, creo, será suficiente para que se comprenda cuales son las doctrinas que dominan actualmente en la ciencia, las que aceptadas por todos los amantes del progreso, no hay duda que, á mas de facilitar extraordinariamente su estudio, la harán elevarse á una altura á que no se concebía podía llegar hace diez años. Todos suspirábamos por un Lavoisier para la Química orgánica, pero creo que no es aventurado el asegurar que ya le hemos encontrado, si bien personificado en tres sábios químicos Berthelot, Hoffmam y Wurzt, con cuyo concurso la ciencia se ha trasfigurado; pero como quiera que este último es el que parece como que está encargado de dar publicidad á las nuevas ideas, de él tomamos todo lo que vamos á exponer referente al origen y progresos de la atomicidad.

Richter, al estudiar la sustitucion de unos metales á otros cuando se encuentran al estado salino, demostró que la capacidad de saturacion de un óxido dependía de la cantidad de oxígeno; y Berzelius, en sus célebres investigaciones sobre la composicion de las sales, sentó como principio general que «existe en todas las sales neutras una relacion constante entre la cantidad de oxígeno del óxido y la cantidad de oxígeno del ácido;» «que esta relacion era, por ejemplo, en los sulfatos de 1:3, en los nitratos de 1:5, en los carbonatos de 1:2, y así en todas las demás sales. Tal es la que conocemos con el nombre de «Ley de Berzelius.»

Enunciada en 1811 vino á ser un nuevo punto de apoyo á la teoría atómica que empezaba ya á extenderse en esta época. Se puede decir que era una consecuencia de esta teoría. En efecto, la combinacion entre un óxido y un ácido, efectuándose siempre en las mismas proporciones, las mas pequeñas cantidades de este óxido que puedan combinarse contendrán un número determinado de átomos de oxígeno, claro es que la relacion entre el oxígeno del óxido y del ácido, ha de ser invariable.

La mas pequeña cantidad de óxido potásico que puede exis-

tir, contiene un átomo de oxígeno; la mas pequeña cantidad de ácido sulfúrico anhidro que se puede concebir, contiene tres átomos de oxígeno. Esto es como sabemos lo que se llama un equivalente de este óxido ó de este ácido, y los *equivalentes son números que representan las cantidades en peso de los cuerpos que se combinan ó que se sustituyen en sus combinaciones.*

El sulfato de potasa contiene, pues, un equivalente de potasa y otro equivalente de ácido sulfúrico, y todos los sulfatos cuyo óxido contenga como la potasa un átomo de oxígeno, poseen una composicion análoga; por eso se suele definir el *equivalente de un ácido*, diciendo: «*es el número que representa la cantidad en peso de este ácido que se combina con un equivalente de un óxido que tenga un átomo de oxígeno.*» Sigamos estudiando esta cuestion y nos convenceremos de lo defectuosa que es esta definicion.

Tomemos ahora por ejemplo el óxido de aluminio que Berzelius fué el primero en reconocer que estaba formado de tres átomos de oxígeno por dos de metal. (1) Aplicando al sulfato de alúmina la ley de composicion que habia descubierto para todos los sulfatos, admitió que esta sal contenia para un equivalente de alúmina tres equivalentes de ácido sulfúrico. En efecto, para que la relacion de 1 á 3 se conserve en semejante sulfato, es necesario que el óxido que contiene 3 de oxígeno, tenga 9 el ácido, lo cual se consigue tomando tres equivalentes de ácido sulfúrico. Todos los sesquióxidos, que tienen composicion análoga á la alúmina, necesitan combinarse con tres equivalentes de ácido sulfúrico para formar los sulfatos neutros, mientras que los protóxidos les basta con uno. Y por una singular confusion de ideas se consideraba la molécula de potasa como *equivalente* á la molécula de alúmina, aun cuando esta última

(1) Segun el sistema de pesos atómicos que habia adoptado en 1815, Berzelius consideró el óxido férrico y la alúmina como formados de un átomo de metal y tres de oxígeno. Modificó esta opinion mas tarde (1826) atribuyendo al hierro y al aluminio pesos atómicos representados por la mitad, y á sus óxidos las fórmulas  $Fe^2 O^3$  y  $Al^2 O^3$ , admitidas y usadas hoy día.

se combinaba con una proporcion de ácido sulfúrico tres veces mayor. Gay-Lusac trató de corregir esto, y para poner en armonia la fórmula del sulfato potásico con la del sulfato aluminico, dividia en tres la molécula de alúmina y admitia que un átomo de oxígeno y  $\frac{2}{3}$  de átomo de aluminio se unian á un átomo de ácido sulfúrico; pero apesar de la autoridad científica del sábio profesor de la escuela politécnica de Paris, nadie admitió estas fórmulas, y los químicos conservaron como instintivamente las de Berzelius, que expresaban en efecto las *magnitudes moleculares* y que marcaban una diferencia notable en la capacidad de combinacion de dos clases de óxidos, entre los que unos (los protóxidos) son *monoácidos* y los otros (los sesquióxidos) son *triácidos*, si nos es permitido llamarles así recordando el número de equivalentes de ácidos que necesitan unos y otros para formar las sales neutras con un solo equivalente de óxido.

Una diferencia análoga se ha indicado despues para los ácidos. Todos conocemos los bellos descubrimientos de M. Graham, que condujeron á introducir en la ciencia la nocion de los ácidos *polibásicos*, paralelos hasta cierto punto de las bases *poliácidas* que acabamos de mencionar.

Habian llamado la atencion de los químicos las diferentes propiedades del ácido fosfórico en disolucion, segun que esta se obtuviera disolviendo el ácido anhidro en el agua, ó por la accion del ácido nítrico sobre el fósforo, así como tambien el diferente color del precipitado que produce en las sales de plata el fosfato sódico anhidro é hidratado. Clark consideraba que la combinacion de fósforo y oxígeno que existe en estas disoluciones era siempre la misma, y buscaba la diferencia en un estado particular de la materia, en una distinta colocacion de los átomos, é introdujo en la ciencia la idea de la *isomería*; de esta opinion participaba tambien Berzelius. Pero Graham, en su clásica memoria, demostró que si bien es verdad que existe siempre un compuesto oxigenado de fósforo que es el ácido fosfórico anhidro, este ácido está unido con diversas proporciones de agua que solo pueden ser reemplazables por otros tantos equivalentes de bases, que se diferencian por lo tanto unos de otros por

tener distinta composición, designándolos con diverso nombre á cada uno de ellos, y hoy ya nadie los considera como isoméricos. Al que tiene un solo equivalente de agua le designó con el nombre de ácido *metafosfórico*; al que tiene dos, *pirofosfórico*, y al que tiene tres, *fosfórico*. Las sales poseen una composición análoga. El ácido monohidratado toma una proporción de base, el trihidratado toma tres, y esto se expresa diciendo que el ácido *metafosfórico* es *monobásico*, y el *fosfórico*, *tribásico*.

Ahora bien ¿será el equivalente de un ácido el número que representa la cantidad en peso de este ácido que se combina con un óxido que tenga un átomo de oxígeno? Bien vemos que no, puesto que hay ácidos cuyo equivalente necesita un solo equivalente de base, que otros toman dos, y que otros toman tres. ¿Las moléculas de estos ácidos tienen el mismo valor? ¿Son equivalentes entre sí? De ninguna manera, puesto que su capacidad de saturación, que se mide por las proporciones de base que saturan, varían como los números 1, 2 y 3.

Liebig aceptó con entusiasmo estas ideas y las extendió al hacer el estudio de los ácidos orgánicos, entre los que hay algunos como el acético que le consideró como monobásico, otros como el tártrico que le consideró como dibásico, y otros como el cítrico que le estudia entre los tribásicos, etc.

Comparemos ahora estos tres ácidos acético, tártrico y cítrico. Para formar una sal completamente saturada, el primero se une á una molécula de potasa, el segundo á dos y el tercero á tres; y si consideramos como equivalentes las moléculas de los ácidos que saturan la misma cantidad de base, es necesario admitir que una molécula de ácido tártrico vale por dos moléculas de ácido acético, y que una molécula de ácido cítrico vale tres del acético.

Tal es la teoría de los ácidos polibásicos, que como se ve tiene una gran semejanza con la de las bases poliácidas, por más que por espacio de veinte años nadie se haya cuidado de relacionarlas entre sí. Además estos eran hechos aislados en la ciencia y como perdidos para la teoría; sin embargo su encadenamiento ha sido origen de nuevos descubrimientos y la base del estudio

de la atomicidad de los radicales, tanto simples como compuestos.

Hace más de cincuenta años, en una época en que la Química orgánica apenas había nacido, M. Chevreul, en sus admirables trabajos sobre los cuerpos grasos, ya tuvo la idea de comparar con los éteres compuestos los cuerpos neutros que constituyen las grasas y los aceites. Esta idea nació del estudio de la saponificación, en que se observaba, que así como los éteres neutros en contacto de los álcalis se convierten en sales alcalinas y alcohol, las sustancias grasas neutras bajo la influencia de los mismos reactivos, dan lugar á glicerina y sales, que son los jabones. La glicerina desempeña, pues, en los cuerpos grasos neutros, el mismo papel que el alcohol en los éteres. Es, pues, un alcohol.

Pero mientras que el alcohol ordinario no se une más que á una molécula de ácido monobásico para formar un éter neutro, la glicerina toma hasta tres moléculas de un ácido semejante para formar un cuerpo graso neutro. Así la estearina, que entra en la composición de la mayor parte de las grasas animales, contiene los elementos de tres moléculas de ácido esteárico unidos á una sola molécula de glicerina, y esta unión se verifica con la eliminación de tres moléculas de agua (seis equivalentes.) La *triestearina* no es, sin embargo, la única combinación que la glicerina puede formar con el ácido esteárico, sino que se conocen además la *diestearina* y la *monoestearina*; la primera, que se forma por la unión de dos de ácido esteárico, uno de glicerina menos dos moléculas de agua, y la otra, que resulta de la acción de un ácido esteárico, otro de glicerina con eliminación de una molécula de agua (dos equivalentes.) Los tres compuestos son verdaderos éteres neutros que resultan de la sustitución de uno, dos ó tres átomos de hidrógeno por el estearilo ó radical del ácido esteárico. Estos hechos han sido descubiertos por M. Berthelot y expuestos en una memoria justamente célebre publicada en 1854. Su importancia teórica no pasó desapercibida por su autor, que se expresa en estos términos: «Estos hechos nos demuestran que la glicerina es, con respecto al alcohol, lo que el ácido fosfórico es respecto al nitró-

co. Porque mientras que el ácido nítrico no forma mas que una série de sales neutras, el fosfórico da lugar á tres séries, los fosfatos ordinarios, los pirofosfatos y los metafosfatos. Estas tres séries de sales, descompuestas por los ácidos enérgicos en presencia del agua, reproducen un solo ácido, que es el fosfórico.»

«Del mismo modo mientras que el alcohol no produce mas que una série de éteres neutros, la glicerina da lugar á tres séries distintas de combinaciones neutras. Estas tres séries, por su descomposicion total, en presencia del agua reproducen un solo y mismo cuerpo, *la glicerina.*» (1)

Los hechos que acabo de consignar son los que han conducido al descubrimiento de los *alcoholes poliatómicos*, siendo la glicerina *triatómico* ó *trivalente*, como dice Hoffmam para indicar de esta manera que vale tres veces mas que el alcohol ordinario, refiriéndose á la capacidad de combinacion.

La verdadera interpretacion de todos estos hechos fué dada algunos meses despues por M. Wurtz, en una nota titulada *Teoría de las combinaciones glicéricas*. Representa á la glicerina como un alcohol *tribásico* (mejor debiera decirse *triácido*), perteneciente al triple tipo agua, en que tres equivalentes de hidrógeno están sustituidos por el radical glicerilo que es triatómico, y quedan otros tres de hidrógeno típico que pueden ser sustituidos por uno, dos ó tres de radical monoatómico, para formar los tres éteres que á cada ácido le corresponde. Esta teoría ha venido á ser un vasto campo de investigaciones en el órden de los hechos de que se trata, y sin ella no se hubiera llegado á sintetizar nunca la glicerina, mientras que considerada del modo que acabamos de decir, M. Wurtz tuvo la idea de que siempre que se llegase á reemplazar en un tribromuro de un radical que tuviera por fórmula  $C^n H^{n-1}$  el bromo por tres moléculas de oxígeno y por otras tantas de agua, se tendria una glicerina. Partiendo de esta idea general, he aquí como este químico ha obtenido la propil-glicerina ó glicerina normal.

(1) (Annales de Chimie et Physique, tercera série, t. XLI, p. 319.)

«Se coloca, dice, el yoduro de propileno de M. Berthelot en un matraz de cuello largo, rodeado de una mezcla frigorífica, y se añade por pequeñas porciones vez y media de su peso de bromo; el yodo se separa y resulta el tribromuro de glicerilo. Se tratan 205 gramos de acetato argéntico por 115 gramos de este tribromuro disuelto en 5 ó 6 volúmenes de ácido acético cristalizabile. La papilla así formada se calienta durante ocho horas en baño de aceite, á una temperatura de 120° á 125°. Terminada la reaccion se echa el contenido del matraz sobre un filtro donde se lava el bromuro de plata. La disolucion etérea deja por evaporacion la *triacetina*. Se saponifica con barita y da glicerina. Este ejemplo nos demuestra la utilidad de esta teoría, pero aun hay mas: Wurtz, al descubrir este método sintético y fijar la fórmula racional de la glicerina, pensó que puesto que habia alcoholes monoatómicos y triatómicos, tambien debia haberlos diatómicos; y en efecto realizó su formacion haciendo reaccionar el diyoduro ó dibromuro de etileno sobre dos moléculas de acetato argéntico, y descomponiendo por la potasa el diacetado de etileno que se formaba por doble descomposicion al mismo tiempo que el bromuro de plata. El procedimiento sintético que acabamos de indicar ofrece el carácter de un método general que ha podido aplicarse á cuerpos análogos á la glicerina, por su composicion y sus propiedades. Wurtz designó con el nombre de *glicoles* á los *alcoholes diatómicos*, para indicar el lazo de union que existe entre los alcoholes y las glicerinas. En esta época, merced á los esfuerzos de Williamson y Gerhardt, la teoría de los tipos dominaba en la ciencia, y podemos asegurar que esta fué el hilo conductor que permitió realizar el descubrimiento del glicol. Este cuerpo, así como sus congéneres, pertenece al tipo agua, pero á un tipo condensado formado de dos moléculas. El radical etileno, que se une á dos de cloro para formar el licor de los Holandeses, puede tambien sustituirse á dos de hidrógeno en el tipo y resulta el glicol, alcohol diatómico, por conservar dos de hidrógeno, que pueden sustituirse por radicales ácidos ó alcohólicos para formar los éteres, que serán dos séries, puesto que el poder de combinacion de estos alcoholes

es doble del alcohol ordinario: he aquí porque Wurtz les llama *diatómicos* y Hoffmam *divalentes*. Estas mismas ideas se aplicaron despues á las *amidas* y *aminas*.

Como vemos por todo lo dicho existen cuerpos cuya capacidad de combinacion es variable, ó sea que tienen distinta *atomicidad*, pues lo que es tan fácil demostrar para los cuerpos compuestos, no lo es menos para los radicales, ya sean estos simples ó compuestos, y en cuanto nos hagamos cargo de esta nueva propiedad de los cuerpos, comprenderemos, tomando por ejemplo uno cualquiera de ellos, de qué manera podemos llegar al conocimiento quimico de todos, y cual es el plan de estudio que viene hoy á sustituir al que por espacio de tanto tiempo ha dominado en la ciencia.

Se designa hoy en Química, con el nombre de radical, todo átomo ó grupo de átomos susceptible de trasportarse de un compuesto á otro por doble descomposicion, ó de existir al estado de libertad y entrar directamente en combinacion. Si el radical está constituido por un solo átomo, se llama *radical simple*, y si está constituido por un grupo atómico, se llama *radical compuesto*.

La primera propiedad que hay que considerar en un radical, ya sea simple ya compuesto, es su *capacidad de saturacion*; lo consideraremos primero en los radicales simples.

Todos sabemos que el equivalente del oxígeno, es decir, la cantidad ponderal de este cuerpo que se sustituye á uno de hidrógeno ó que con él se combina, es igual á 8, y que un átomo de oxígeno pesa 16 pesando uno el del hidrógeno. Es decir, que un átomo de oxígeno ocupa el mismo lugar que dos de hidrógeno ó puede combinarse con dos de hidrógeno.

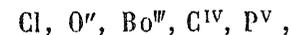
El cloro tiene por equivalente 55:5, y este número es el que representa al mismo tiempo su peso atómico, lo que demuestra que un átomo de cloro no se combina ó sustituye mas que con un solo átomo de hidrógeno.

Comparando estos hechos con los que hemos enunciado con respecto á los ácidos, á las bases y á los alcoholes, vendremos á deducir para los cuerpos simples consecuencias análogas á las

que hemos deducido para los cuerpos compuestos, ó sea que para saturar un átomo de cloro se exige la mitad de hidrógeno que para saturar un átomo de oxígeno; lo cual se expresa diciendo que el cloro es *monoatómico* ó *univalente*, y el oxígeno, el *biatómico* ó *bivalente*.

Consideraciones análogas nos conducen á admitir que el boro es *triatómico*, el carbono *tetratómico* y el fósforo *pentatómico*.

En la notacion se expresa la atomicidad de los radicales por medio de unas comitas que se colocan en lo alto y á la izquierda de la letra, á manera de apóstrofes, y cuando pasa de tres se usan números romanos para no confundirnos con los exponentes que usamos ordinariamente para expresar el número de átomos de estos radicales que intervienen en las reacciones químicas. Cuando el radical es monoatómico no se acostumbra á poner ningun signo, así



significan cloro monoatómico, oxígeno biatómico, boro triatómico, carbono tetratómico y fósforo pentatómico.

En resumen, se llaman monoatómicos los radicales que se combinan ó sustituyen con uno de hidrógeno.

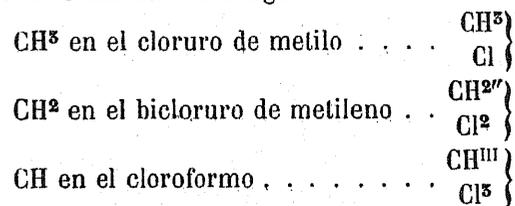
Biatómicos los que se combinan ó sustituyen con dos átomos de hidrógeno ó de otro cuerpo monoatómico..... Poliatómicos, en general, los que se se combinan ó sustituyen con  $n$  átomos de hidrógeno ó de otro radical monoatómico.

Para hallar la atomicidad ó capacidad de saturacion de los cuerpos simples, se determina el peso atómico de estos cuerpos, y se les combina despues con la mayor cantidad posible de hidrógeno ó de otro cuerpo que tenga la misma atomicidad (cloro, bromo, yodo, etc.) De este modo se ve con cuantos átomos de estos cuerpos puede combinarse aquel cuya capacidad se busca, y este número es el que representa su atomicidad.

Tomemos por ejemplo el hallar la atomicidad del carbono. Despues de haber determinado su peso atómico, se emprende el estudio de sus diversas combinaciones hidrogenadas, y se halla

que aquella en que un átomo de carbono se une á la mayor cantidad de hidrógeno, tiene por fórmula  $\text{CH}^4$ ; (1) de lo cual deducimos que el carbono es tetatómico. Pero no se crea, sin embargo, que un cuerpo poliatómico solo puede combinarse con el número de equivalentes que indica su máximum de atomicidad; nada de eso: en esto, como en todo lo que dejamos dicho, sigue la misma identidad que en las combinaciones de los ácidos polibásicos al formar las sales. Así el carbono saturado cuando forma el gas de los pantanos  $\text{CH}^4$ , puede, sin embargo, no combinarse mas que con 5, 2 ó 1 átomos de hidrógeno, pero entonces las moléculas que resultan son incompletas y tienden á completarse tomando el hidrógeno que les falta ú otro cuerpo que haga el mismo papel que el hidrógeno; por consiguiente  $\text{CH}^5$  no podrá tomar más que un radical monoatómico;  $\text{CH}^2$  tomará dos monoatómicos ó un diatómico para completarse;  $\text{CH}$  en fin, tomará tres monoatómicos ó un triatómico.

Estos tres cuerpos son radicales compuestos: el primero monoatómico, el segundo biatómico y triatómico el tercero, que existen en las combinaciones siguientes:



Mr. Kekulé ha dado una teoría gráfica tan elegante como probable para representar la atomicidad de los radicales y el modo como se verifica su union y sustitucion en las reacciones químicas; teoría aceptada por todos, aunque representándola con algunas variaciones.

Kekulé dice que un átomo monoatómico no tiene mas que un

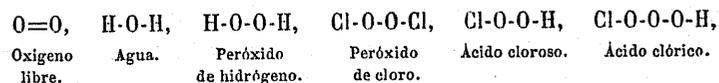
(1) Entiéndase que de aqui en adelante usaremos fórmulas unitarias, por ser de este modo mas fácil el comprender la teoría de la atomicidad.

centro de atraccion y debe representarse por una línea horizontal; un radical biatómico tiene dos centros de atraccion y debe representarse por dos líneas paralelas unidas por uno de sus extremos; el triatómico por tres, el tetatómico por cuatro y así sucesivamente. Al combinarse los cuerpos entre sí se van neutralizando sucesivamente sus centros de atraccion, y cuando ninguno de estos se halla libre, entonces se dice que la molécula se halla completa ó saturada; cuando quede uno libre, será monoatómica, biatómica si tiene dos y así sucesivamente. Por medio de esta teoría se explica perfectamente, porque solo por la combinacion de los cuerpos con los radicales monoatómicos puede deducirse su atomicidad, y nunca por la union con radicales poliatómicos, por la propiedad que tienen estos de condensarse.

Sea, por ejemplo, un radical biatómico: claro es que si á cada uno de sus centros de atraccion viene á adaptarse un radical monoatómico, el biatómico estará saturado é incapaz de combinarse con ningun otro cuerpo, sea este el que quiera; pero si este radical se combina por cada uno de sus centros de atraccion con uno de los centros atractivos de otro radical biatómico como él, en la molécula, quedarán dos centros atractivos sin saturar, y esto sucederia hasta tanto que dos átomos monoatómicos viniesen, segun la expresion feliz de Kekulé, á cerrar la molécula.

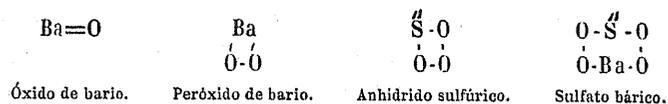
Mr. Wurtz representa de un modo análogo la atomicidad de los elementos, como se puede ver en sus últimos escritos.

«El oxígeno libre está formado de dos átomos de oxígeno que se suponen neutralizados por el cambio de sus dos atomicidades. Este cambio está marcado en las fórmulas siguientes por líneas de union sencillas ó dobles.



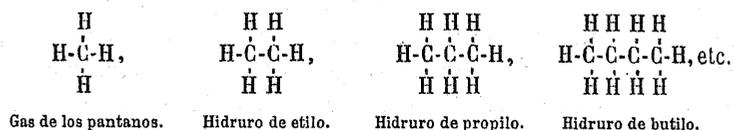
Se ve cómo los átomos de oxígeno pueden soldarse los unos á los otros para formar una cadena en cuyas extremidades una sola atomicidad libre está satisfecha por un elemento monoatómico tal como el cloro ó el hidrógeno. Esto es lo que se llama una cadena abierta.

La cadena puede cerrarse cuando todos los elementos poliatómicos que la forman están soldados entre sí. Esto es lo que se verifica en ciertos peróxidos y segun todas las probabilidades en el ácido sulfúrico anhidro, en el sulfato bórico, etc.

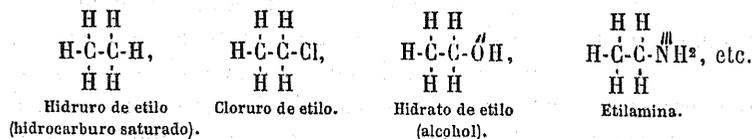


En esta especie de notacion, la atomicidad de un elemento se cuenta por el número de guiones de union que rodean su simbolo en la fórmula.

Las fórmulas siguientes, en que el carbono aparece como tetraatómico, indican la constitucion de los carburos de hidrógeno saturados, homólogos con el gas de los pantanos.



Las fórmulas siguientes indican las relaciones entre los átomos, en los derivados del hidruro de etilo.



M. Hoffmam, profesor de Química de la Universidad de Berlin, acepta la teoría de la atomicidad, designándola con el nombre de *capacidad de fijacion de átomos*, ó mas brevemente *fuerza de combinacion*. Toma por término de comparacion la fuerza de combinacion del átomo de cloro, y por medio de sábias consideraciones deducidas de experiencias análogas á las que dejamos consignadas, viene á deducir que el cloro es *univalente*, el oxígeno *bivalente*, el nitrógeno *trivalente*, y por último, el carbono *cadrivalente*, etc., expresiones que vienen á sus-

tituir el monoatómico, biatómico, etc., que usan los químicos franceses.

En una leccion que este sábio químico explicó en la «Institucion Real de Lóndres» ante una ilustradísima concurrencia presidida por el principe de Gales, «sobre la fuerza de la combinacion de los átomos,» desarrolla de un modo luminoso todas las ideas referentes á la cuestion de que nos ocupa; y despues de varias consideraciones mecánicas, recurre á un modo de demostracion delicioso, y que me ha dado excelentes resultados para hacer comprender las nuevas teorías químicas.

Todos conocemos ese juguete que se encuentra en manos de los niños y que se designa con el nombre del *bilboquete*, que se reduce á una bola de madera unida por medio de un cordón á un mango también de madera que tiene por una extremidad un punzon que puede entrar en un agujero que hay en la bola y por el otro un segmento esférico que es el molde exacto de parte de la esfera. Supongamos que las bolas del juguete citado representan los átomos, podremos distinguir los de diferentes elementos coloreándolos de un modo diverso; los átomos de hidrógeno por bolas blancas, los átomos de cloro por bolas verdes, los de oxígeno por bolas rojas, los de nitrógeno por bolas azules y los de carbono por bolas negras. Para representar los diversos poderes de combinacion, Hoffmam une á las bolas cierto número de brazos, unos huecos y otros macizos, que permiten, además de hacer comprender su atomicidad, unir las esferas entre si y formar construcciones mecánicas para figurar los edificios atómicos que se quieren representar.

Así los átomos de hidrógeno y de cloro, que son *univalentes*, tienen cada uno *un* brazo que representa *una* unidad de combinacion ó de atraccion; el átomo de oxígeno, átomo *bivalente*, tiene *dos* que representan *dos* unidades de atraccion; los átomos de nitrógeno y de carbono respectivamente *trivalentes* y *cadrivalentes*, están provistos de *tres* y de *cuatro* brazos, indicando las *tres* y las *cuatro* unidades de combinacion que distinguen respectivamente estos átomos.

Á poco que nos penetremos de esta teoría venimos á com-

prender su gran importancia, puesto que según ella concebimos una Química en que, sin necesidad de haber estudiado en detalle las propiedades de los diversos cuerpos, y conociendo solamente el número, la atomicidad y la polaridad eléctrica de los elementos, se podrá determinar por un cálculo muy sencillo y riguroso las fórmulas, las propiedades y el método de preparación de todos los cuerpos posibles. Y para que no se diga que nos dejamos arrastrar por las nuevas ideas, vamos, siguiendo á Naquet, á hacer una clasificación de todos los cuerpos de que forma parte el carbono, con lo que no solo demostraremos la importancia de estas teorías, sino que al mismo tiempo nos encontraremos con el método más fácil y racional para estudiar las sustancias orgánicas, puesto que estas en último resultado no son otra cosa que «*combinaciones de carbono.*» (Gerhardt.)

En una memoria importante sobre los radicales, (1) Mr. Kekulé ha enunciado la idea de que el carbono es un elemento tetratómico, es decir, que puede combinarse lo más con cuatro átomos de hidrógeno. El hidrocarburo  $\text{CH}_4$  es, pues, el que contiene mayor cantidad de hidrógeno posible. Semejante hidrocarburo no es susceptible de unirse directamente á los cuerpos monoatómicos, y no puede experimentar por parte de estos últimos más que fenómenos de sustitución. Todos los hidrocarburos que gozan de propiedades semejantes, se llaman saturados. (2) El gas  $\text{CH}_4$  no es el único hidrocarburo saturado posible. En efecto, 2, 3, 4... $n$  átomos de carbono pueden saturarse en parte recíprocamente, y los grupos  $\text{C}^2, \text{C}^3, \text{C}^4, \dots, \text{C}^n$  no exigen para llegar á su máximo de saturación el mismo número de átomos que exigirían si estuvieran aislados; dos átomos, para unirse, se neutralizan por lo menos dos unidades; por consiguiente el

(1) Annalen der Chemie und Pharmacie, t. CVI, p. 129; 1858.

(2) Los radicales poliatómicos pueden añadirse á estos hidrocarburos, pero esta adición no es en el fondo sino una sustitución. Un átomo biatómico se sustituye, por ejemplo, á un solo átomo de hidrógeno por uno de sus centros de atracción, y el otro centro que queda libre se une al hidrógeno eliminado.

grupo  $\text{C}^2$  no necesita más que 6H para saturarse. Para el grupo  $\text{C}^3$  las unidades que se pierden son cuatro y el grupo  $\text{C}^3$  es octoatómico, y de una manera general  $n$  átomos de carbono al unirse pierden por lo menos un número de afinidades representado por el doble número de átomos menos dos, de manera que la cantidad de hidrógeno que necesitan  $n$  átomos de carbono para formar los hidrocarburos saturados, se hallará por la siguiente fórmula:  $4n - (2n - 2) = 4n - 2n + 2 = 2n + 2$ .

Se pueden, pues, considerar como saturados y conteniendo la mayor cantidad de hidrógeno posible, los hidrocarburos siguientes:  $\text{CH}_4, \text{C}^2\text{H}^6, \text{C}^3\text{H}^8, \text{C}^4\text{H}^{10}, \text{C}^5\text{H}^{12}, \text{C}^6\text{H}^{14}, \text{C}^7\text{H}^{16}, \text{C}^8\text{H}^{18}, \text{C}^9\text{H}^{20}$ . Las fórmulas de estos hidrocarburos difieren todas entre sí por la cantidad constante  $\text{CH}_2$ ; además todos desempeñan la misma función química. Bajo las mismas influencias experimentan la misma transformación y se observan diferencias constantes en sus propiedades físicas, como se observa una diferencia constante en su composición. Los cuerpos que están unidos entre sí por estas relaciones, se llaman *homólogos*, y la reunión de ellos se designa con el nombre de *série homóloga*.

Venimos á deducir de la tetratomocidad del carbono la existencia de una série homóloga de hidrocarburos saturados, cuyos términos todos corresponden á la fórmula general siguiente:  $\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$ .

Hemos dicho que todo compuesto saturado puede perder sucesivamente 1, 2, 3,  $n$  moléculas de los elementos que contiene, dando lugar á productos no saturados; de manera que á la série anterior podemos separarla 2, 4, 6, etc., átomos de hidrógeno, y obtendremos una porción de séries cuyos términos son homólogos entre sí, por ejemplo:

1. <sup>a</sup>	$\text{CH}_4$	$\text{C}^2\text{H}^6$	$\text{C}^3\text{H}^8$	$\text{C}^4\text{H}^{10}$	$\text{C}^5\text{H}^{12}$	$\text{C}^6\text{H}^{14}$	$\text{C}^7\text{H}^{16}$	$\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$
2. <sup>a</sup>	$\text{CH}_2$	$\text{C}^2\text{H}^4$	$\text{C}^3\text{H}^6$	$\text{C}^4\text{H}^8$	$\text{C}^5\text{H}^{10}$	$\text{C}^6\text{H}^{12}$	$\text{C}^7\text{H}^{14}$	$\text{C}^n\text{H}^{2n}$
3. <sup>a</sup>	C	$\text{C}^2\text{H}^2$	$\text{C}^3\text{H}^4$	$\text{C}^4\text{H}^6$	$\text{C}^5\text{H}^8$	$\text{C}^6\text{H}^{10}$	$\text{C}^7\text{H}^{12}$	$\text{C}^n\text{H}^{2n-2}$
4. <sup>a</sup>		$\text{C}^2$	$\text{C}^3\text{H}^2$	$\text{C}^4\text{H}^4$	$\text{C}^5\text{H}^6$	$\text{C}^6\text{H}^8$	$\text{C}^7\text{H}^{10}$	$\text{C}^n\text{H}^{2n-4}$
	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.

La reunion de todas estas séries forma una vasta série que abraza todas. Esta série de nuevo orden en que cada término es una série homóloga entera, se llama *série isóloga* y está caracterizada porque se diferencia de la série inmediata inferior porque tiene dos de hidrógeno de mas, y de la superior en que tiene dos de hidrógeno de menos; para ver esta relacion no hay mas que considerar en el cuadro anterior las séries verticales que son isólogas y los cuerpos incluidos en ellas y que se diferencian solo en la cantidad de hidrógeno, se llaman *isólogos*; por lo demás todos los incluidos bajo este nombre desempeñan la misma funcion química, y bajo la influencia del mismo reactivo sufren la misma trasformacion.

Hasta ahora hemos supuesto que cada série homóloga es simple, es decir, que cada una de las fórmulas precedentes se aplican á un hidrocarburo único. Los hechos parecen demostrar que esto no es así, y como el pequeño número de hechos observados están en relacion con la teoría, de aquí el que debe darse á esta observacion un gran valor, porque explica perfectamente la formacion de los cuerpos isoméricos.

Así, pues, vemos que partiendo de la atomicidad del carbono podemos deducir teóricamente los hidrocarburos que existen ó que pueden existir, y se pueden clasificar todos ellos en séries homólogas relacionadas entre sí, y formando una vasta série isóloga que abraza todas ellas.

Si tratamos de averiguar cuales deben ser las propiedades de los hidrocarburos incluidos en esta série, nos convenceremos que perdiendo 1, 2, 3, ...  $n$  átomos de hidrógeno, podremos obtener radicales mono, bi, tri y  $n$  atómicos, que podrán sucesivamente irse sustituyendo en los tipos y dando lugar á compuestos que participarán en parte de las propiedades de estos radicales. Además, en todos estos se puede sustituir el hidrógeno por el oxígeno y resultan de esta manera nuevos radicales cuyo carácter electro-negativo hace que al sustituirse en los tipos al hidrógeno, el nuevo cuerpo que resulta adquiera la misma propiedad electro-polar.

La reunion de todos los compuestos formados por un mismo

radical, se llama *grupo*; y el radical al rededor del cual se han agrupado, se llama *eje*.

Los diversos radicales ejes de grupos vienen naturalmente á colocarse todos al rededor del hidrocarburo de que ellos se derivan y que se llama su *hidrocarburo fundamental*.

La reunion de todos los grupos que giran al rededor de un hidrocarburo fundamental, se llama una série *heteróloga*.

La reunion de diversas séries heterólogas cuyos términos son isómeros entre sí, constituyen séries de un nuevo orden, que Naquet (de quien tomamos la mayor parte de estas ideas) las designa con el nombre de *eicólogas* del griego εἰκός *semejante*.

Reasumiendo podemos decir que al rededor de cada radical se coloca un *grupo* cuyo radical es el eje.

Los diversos grupos reunidos al rededor de un mismo hidrocarburo fundamental constituyen una série *heteróloga*.

Las diversas séries heterólogas derivadas de hidrocarburos fundamentales isómeros, forman una série *eicóloga*.

Las diversas séries eicólogas cuyos términos son homólogos entre sí, forman una série *homóloga*.

Y por último, la reunion de todas las séries homólogas forman una vasta série *isóloga* que comprende casi todos los cuerpos de la Química orgánica.

Nada puede trazarnos mejor el método de enseñanza que debemos seguir para el estudio de la Química, que una buena clasificacion, puesto que segun ella agrupamos las sustancias reuniendo en un mismo grupo todas aquellas que tienen entre sí mayor analogía: la exposicion de las nuevas doctrinas químicas nos han conducido á una clasificacion en séries, por medio de la cual nos es sumamente fácil el estudio de esta ciencia, puesto que no necesitamos descender á los detalles de antes, que hacian imposible el poder estudiar en un solo curso todas las sustancias orgánicas; hoy no seguimos ese método, puesto que con solo conocer un término cualquiera de una série tenemos estudiados todos los demás, no solo los que existen, sino hasta todos los que teóricamente podemos concebir. Un ejemplo nos de-

mostrará esta gran verdad que pruebo prácticamente en el curso de mis lecciones.

Antes estudiábamos los ácidos sin orden y concierto alguno; quién empezaba por el oxálico porque le parecía mas sencillo en su composición, quién por el acético, otros por el tártrico, etc.; era un verdadero desorden que hoy afortunadamente no existe desde que conocemos la teoría de la atomicidad.

El método es el alma de la ciencia, y el que seguimos para el estudio de los ácidos orgánicos, no puede ser mas racional y filosófico. Primero los agrupamos con arreglo á su atomicidad en monoatómicos-biatómicos-triatómicos, etc. Despues los monoatómicos se reunen en una larga série isóloga, que á su vez comprende varias séries homólogas. Con algunas generalidades y el estudio particular de uno de ellos, tenemos hecho el de todos, puesto que conocemos su fórmula, propiedades y método de obtencion. La primera série homóloga es, por ejemplo, la que se llama de los ácidos grasos; su fórmula general, segun las fórmulas usuales, es  $C^{2n} H^{2n} O^2$  no tendremos mas que saber el lugar que el ácido que queremos estudiar ocupa en la série, para conocer su fórmula empírica; así el acético es el segundo, pues su composición se hallará haciendo la  $n=2$ , el valerianico es el quinto entonces  $n=5$ , el palmítico es el 16º pues  $n=16$  y así todos los demás, y ¿cuánto no sabemos de un cuerpo cuando fácilmente podemos recordar su fórmula? Aplicamos bien todas las teorías que se han formulado para la explicacion de su composición racional; podemos conocer tambien el cuerpo de que deriva y en virtud de qué reaccion; para los ácidos son como sabemos los alcoholes, que no necesitan para sufrir esta trasformacion mas que perder hidrógeno y ganar oxígeno, siempre la misma cantidad para ácidos incluidos en la misma série isóloga. El alcohol comun pierde dos de hidrógeno y gana dos de oxígeno para transformarse en ácido acético, lo mismo le sucede al metílico para convertirse en ácido fórmico, al amílico para dar el valerianico y así todos los demás. Conociendo los alcoholes se conocen todos sus derivados que son, como sabemos, entre otros, los mas principales *los ácidos* que ya hemos mencionado,

*los aldehidos, los éteres, los amoniacos compuestos, etc.*, entre los que encontramos todos ó casi todos los compuestos elaborados en el interior de los seres organizados.

Estas ideas que dejamos apuntadas, y cuyo desarrollo será objeto especial de un trabajo que hace tiempo tenemos entre manos, han hecho variar por completo el método de enseñanza que hasta aquí se ha seguido en el estudio de la Química, especialmente en la parte orgánica, puesto que aunque esto se refiere á las dos partes de la que hoy forma una sola ciencia, sin embargo, mas que nada por comodidad en el estudio, sigue esta division, y no atreviéndose todos los químicos á echar por tierra el magnífico edificio construido por el gran Lavoisier, continuán admitiendo para su estudio el mismo plan que, basado en el dualismo, trazó el eminente reformador de la ciencia.

Las inmensas ventajas que presenta la teoría de los tipos, apoyada por la de la atomicidad, me ha hecho aceptarla para la enseñanza; é inspirado en las ideas de Berthelot, Wurzt y Hofmann, que acepto en mis lecciones para la parte teórica de la Farmacia, á los alumnos que salen de esta escuela se les hace comprender las inmensas ventajas que tiene el estudio de la parte filosófica de la ciencia. Las teorías, aun cuando parezca á primera vista que no son de utilidad práctica, sin embargo, su estudio es indispensable si hemos de librar á nuestra facultad del desprestigio en que la tenían el empirismo y la rutina á que se entregaban antes los que á ella se dedicaban. Es preciso hacer comprender que el farmacéutico no es el comerciante de drogas, no es el simple manipulador de los medicamentos; es el juez á quien se consulta en gran número de casos por la sociedad para resolver las mas árduas cuestiones que afectan á la salubridad pública; es el químico, el físico y el naturalista que está llamado á ilustrar con sus conocimientos á sus semejantes en todo aquello que se refiere á estas ciencias, base de la moderna civilizacion. Nosotros, aunque parezca presuncion el decirlo, somos los llamados á regenerar la Farmacia, procurando que los que salgan de nuestras escuelas lleven una dosis científica suficiente á hacerse respetar por sus

conocimientos, pues en todas épocas y localidades nada se ha hecho lugar entre los hombres como la inteligencia y el saber. Esta es la razón que me guía para dar tanta importancia á las ideas teóricas, y exponer con tanta detención todas las doctrinas que han dominado en la ciencia, y porqué al estudiar las sustancias orgánicas de que echamos mano para la preparación de los medicamentos, acepto el método de la llamada *Química nueva*, que basada en teorías de alta trascendencia filosófica, nos traza la marcha que se ha de seguir en la clasificación de todas las sustancias de que nos servimos para nuestro objeto; y hoy concebimos una Química por medio de la cual, en el fondo de nuestro gabinete y sin hornillos ni retortas, nos dice cuales son los cuerpos posibles, su nombre, el lugar que le corresponde en la serie, métodos de obtención, propiedades, etc. Esto es, una ciencia reducida á fórmulas y problemas matemáticos que tienen su resolución y demostración abstracta, lo mismo que en el Álgebra ó en la Geometría. Esto que parecerá á primera vista paradójico, es, sin embargo, de una demostración tan sencilla cuanto que se puede convencer en una sola lección aun á personas ajenas á la ciencia. En efecto, todos los cuerpos que existen se pueden referir á los que hemos llamado tipos fundamentales, y con ellos á la cabeza se forman cuatro series cuyos términos guardan relación entre sí; en el momento que falte uno cualquiera es fácil adivinar, por los que existen en las otras series, cual ha de ser su composición y propiedades, de la misma manera que adivinamos cual es un naipe que se halle invertido, una vez que estemos convencidos que los cuatro palos de la baraja se han colocado en series que guarden cualquier orden.

Pudiera creerse, por lo que llevo dicho, que al dar tanta importancia á la teoría se le quitaba á la práctica; todo al contrario, las hipótesis no tienen para mí ningún valor cuando no están apoyadas en hechos: al empezar el discurso decía, y ahora lo repito, «que debemos deducir las teorías por los hechos, y no los hechos por las teorías preconcebidas;» razón por lo cual nos esforzamos en aconsejar, sobre todo á los que empiezan á

estudiar la Química, que se encierren dentro de los laboratorios y practiquen mucho, porque solo así es como se pueden comprender las teorías explanadas por el Profesor en sus abstractas explicaciones, y sacar de ellas óptimos frutos. Precisamente la falta de práctica es una de las causas más poderosas del atraso de esta ciencia entre nosotros. La educación de un químico requiere constantes y á veces improbables y peligrosos ensayos en un laboratorio, y poco se consigue de otro modo, á pesar del ardor infatigable desplegado por parte de los Profesores que en vano pugnan por suplir la falta de medios de experimentación. Ni los esfuerzos supremos de un jefe celoso, ni las continuas excitaciones de los Profesores, son causa suficiente á remediar el abandono en que por desgracia están las ciencias experimentales en España. De esperar es que un Gobierno que tanto celo ha manifestado por el progreso de la nación, cuyos destinos rige, mire con predilección estudios que son la base del bienestar social y dote los laboratorios y gabinetes con el material suficiente al desarrollo de los mismos. Si se cree que con que un alumno asista á un laboratorio alguna que otra vez durante el curso y presencie algunos experimentos en la clase, aunque sea todos los días, puede adquirir conocimiento de una ciencia experimental, es un error; se necesita para ser un químico nada más que mediano consagrarse en cuerpo y alma á los más asiduos trabajos de laboratorio, y esto hoy es imposible en nuestras escuelas donde apenas tenemos lo suficiente para las demostraciones más fáciles, sin podernos entregar á investigaciones que dieran algún resultado positivo en la ciencia; así es que, aunque sea triste decirlo, aquí no tenemos ciencia propia, y todos nuestros trabajos, nuestras explicaciones y nuestros escritos, no son más que inspirados por libros franceses, que son en los que hallamos todo lo que en los demás países se trabaja en esta ciencia. Pero esto, permítaseme decirlo desde este sitio á fin de que pueda hacer eco en las regiones oficiales, culpa ha sido de los Gobiernos españoles, que han mirado siempre el estudio de la Química con bastante indiferencia, si no con desprecio; y nuestra sociedad en general, participando de estas mis-

mas ideas, ha considerado á los que á ella nos hemos dedicado como simples manipuladores y no como hombres científicos.

Por razones que no debo recordar, en nuestro país se ha mirado con predileccion el estudio de las letras, donde hemos tenido en todos tiempos genios brillantes que han dado honra y gloria á nuestra patria. En cambio los estudios científicos, y sobre todo los químicos, han tenido poca aceptacion y solo han sido cultivados en los modestos laboratorios de los farmacéuticos, gracias á los que no se ha perdido para siempre esta ciencia entre nosotros. El químico, encerrado en su laboratorio y procurando el bien de la sociedad en que vive, ha sido considerado por esta como una planta exótica en el terreno de la ciencia. Afortunadamente ya van modificándose estas ideas; ya se va comprendiendo, aunque tarde, la gran importancia de esta ciencia, y se establecen enseñanzas en algunas poblaciones ceñosas por el engrandecimiento de su agricultura é industria, que tienen como principal inspirador á la Química.

Hoy que la libertad de enseñanza permite el establecimiento de estudios de todas clases, yo excito á la Excm. Diputacion y Municipio de esta ilustrada poblacion á fin de que se penetren de que sin conocimientos químicos no pueden alcanzar las artes los beneficios de los adelantos modernos; háganse supremos esfuerzos por crear cátedras de aplicacion, á las que no dudo acudirán presurosos toda clase de industriales á fin de adquirir los conocimientos teóricos indispensables para comprender lo mismo que manejan, y no que, meros empíricos, no pueden ser nunca mas que una parte mecánica de la máquina en que trabajan y no la fuerza activa é inteligente que dirige sus movimientos. No creais que es aventurado el decir que «el engrandecimiento de un pueblo está en razon de la proteccion que se de á la Química.» No; esta ciencia es el barómetro de la civilizacion moderna. En los Estados-Unidos, sociedades protectoras pensionan alumnos que acuden á los laboratorios químicos á adquirir los conocimientos necesarios á todas las artes útiles. El Rey Guillermo de Prusia, comprendiendo en su sabiduría toda la importancia de esta ciencia, dedica ocho millones de

francos á la construccion de un laboratorio que no tiene rival en nacion alguna, y hace un llamamiento á su reino á los primeros Profesores del mundo; trae de Inglaterra al gran Hofmann mediante una retribucion que no alcanzan en nuestro país los primeros dignatarios del Estado; ofrece honores y recompensas al Baron Liebig, que no acepta por la amistad con que le distingue el Rey de Baviera, que celoso por los adelantos científicos, como su aliado, distingue con la mas cordial amistad á su favorito, el mas sábio de los químicos alemanes. Inglaterra, ya que no puede conservar á Hofmann, le garantiza la posesion de su cátedra en Lóndres para el dia que quiera volver á ella. Los grandes, á imitacion del príncipe de Gales, asisten á las explicaciones de los sábios Profesores que ilustran el reino unido, entre los que sobresalen Williamson y Odling. Francia, celosa por su ciencia, engrandece á los químicos que mas se distinguen; nombra á Mr. Dumas senador y ministro; saca á Berthelot desde su modesta cátedra de la Escuela de Farmacia al Colegio de Francia, y llena de condecoraciones honrosas á Chevreul, Balard, Regnault, Wurtz y tantos otros que han demostrado que su nacion va siempre á la cabeza del adelanto de una ciencia que casi podemos llamar francesa. ¿Y nuestra España? Preciso será que hablemos con franqueza: en el concurso científico es una de las mas atrasadas de Europa; tal vez haya llegado la hora de su regeneracion y con ella desaparezcan el empirismo y la rutina, que es la guia de nuestros agricultores é industriales, y la verdadera ciencia aparezca revestida de todo el esplendor que ha alcanzado en naciones que van á la cabeza de la civilizacion.

Vosotros, jóvenes alumnos, sois los llamados á verificar esta evolucion, dedicándoos con afan incesante al estudio de las ciencias cuyos adelantos hacen variar la faz de los pueblos. Hay una tendencia general á no dar importancia á aquello que no conocemos, y yo, que tengo tantas simpatías por la juventud, no quiero bajar de esta tribuna sin aconsejaros que no seais exclusivistas, sino que respeteis la ciencia de todos y vivais siempre unidos por el lazo de la mas estrecha amistad; de la misma

manera que si reunís las diversas luces del iris, no resulta mas que una sola y mas brillante que es la blanca, así, reunidos todos los conocimientos que vais á adquirir, forman la ciencia universal, que es la que contribuye al bienestar de nuestros semejantes. Por eso mi excitacion va dirigida á todos, á fin de que con vuestra aplicacion contribuyais á la felicidad del país que os ha visto nacer, y que espera de vosotros la gloria y renombre que alcanzó en tiempos mas venturosos.—HE DICHO.

---