

DISCURSOS

LEIDOS ANTE

LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS,

FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCION PÚBLICA DEL SR.

DON MAGIN BONET Y BONFILL.



MADRID:

IMPRESA Y LIBRERÍA DE DON EUSEBIO AGUADO.—PONTEJOS, 8.

1868.

DISCURSO

DEL

SR. D. MAGIN BONET Y BONFILL.

Lista de libros
Para el discurso de recepción

1.º Ver los discursos de Nicó y de Provo
y hablar de los teorías p^{er} continuas
haciendo ver los ~~ideos~~ intuitivos de los
dichos autores

2.º Leer los conceptos p^{er} de una época
2.º y 3.º Teoría atómica de G. B. B.

3.º 1.º tomo de Schopenhauer

4.º la Ley periódica de los elementos
químicos de Men de Lef.

5.º Algunos artículos sobre el
que publicaron en la Revista Sien-
tesis

El tema ha de ser sobre
últimos p^{er} que se ha tratado
la Química de p^{er} años a esta parte

Señores:

*Es ist nicht genug zu wissen,
man muss auch anwenden; es ist
nicht genug zu wollen, man muss
auch thun. (GÖTTE.)*

No basta saber, es preciso
emplear: no basta querer; es pre-
ciso hacer. (GÖTTE.)

HAY circunstancias especiales en que el hombre más bien que para razonar, está para sentir. Una desgracia irreparable, lo mismo que un goce inesperado, abaten nuestra razon para dejar rienda suelta al sentimiento. En este último estado me encuentro yo al presente, viéndome llamado á formar parte de esta augusta corporacion, sin que en mi encuentro razon alguna suficiente que me explique tan envidiado como esta vez innmerecido llamamiento. Ni mis trabajos, bien exiguos por cierto, ni mis servicios en el profesorado y en otros ramos de la administracion, apenas perceptibles entre los muy notables de todos mis compañeros, han podido ser causa bastante para que esta Academia haya pensado en mi insignificante persona hasta elevarla

al sitio que en este momento ocupa; y como esto solo me lo explico entonces por el cariño de unos, la amistad de otros y la esperanza de los más, estos afectos reunidos, lo repito, embargan en este momento las facultades de mi alma, hasta el punto de no dejarme expedito otro sentimiento que el de la más profunda gratitud que á todos os debo y profeso, Señores Académicos.

Mi pequeñez, por otra parte, aparece en toda su nimiedad al recordar el hueco que os habeis dignado señalarme, es á saber, el vacío que entre vosotros dejó el Dr. D. Juan María Pou y Camps, de imperecedera memoria. Docto entre los sábios y erudito entre los doctos; tan conocedor del idioma de Homero como del habla de Ciceron y de Virgilio; tan versado en el lenguaje del Tasso y de Filangieri como en el de Bossuet y de Racine, y en el de nuestro inmortal Cervantes; tan profundo conocedor de las ciencias naturales en general, como hábil é infatigable trabajador en las investigaciones fisico-químicas, y sobre todo en las delicadas y concienzudas de la química analítica en particular; tan instruido y sabio, en fin, como modesto y caritativo, el Sr. Pou y Camps ha dejado en esta Corporacion un vacío que no se puede llenar fácilmente, y ménos, mucho ménos aún, por el individuo que en este momento tiene el honor de dirigiros la palabra. ¡Ojalá el recuerdo de tan insigne como modesto y virtuoso Académico, reunido al no ménos valioso de vuestros sufragios que aquí me han traído, no me abandonen nunca para que con mi trabajo al ménos, ya que no con mis luces, nos sea á todos ménos sensible, á mí el primero, la pérdida del primer profesor de análisis química de las facultades reunidas de medicina y de farmácia, y del insigne Académico que acabo de memorar!

Aunque mi ánimo, como dejo dicho, no se halla en estos momentos para discurrir, y mucho ménos para dilucidar ante una Corporacion como esta, un punto cualquiera que sea digno de fijar su atencion, es fuerza que, obedeciendo las terminantes prescripciones de su reglamento, exponga alguna cuestion de las muchas que entraña el ramo del saber á que con preferencia he consagrado mis estudios, y que por lo mismo me deberia ser ménos desconocido. Prestadme, pues, benévolos vuestra atencion, para que así pueda discurrir mejor *sobre algunas consideraciones referentes á la constitucion ó formacion del individuo ó de la especie en química.*

Esta cuestion, si se me permite la palabra, envuelve poco ménos que un asunto ó interés *cósmico*, por no ser en definitiva el mundo otra cosa que una reunion armónica de cuerpos mayores ó menores, orgánicos ó inorgánicos, ponderables ó imponderados, animados de movimientos absolutos ó relativos, para servir cada uno en su esfera de accion al fin que recibió del supremo Hacedor de todo lo creado. Por esto no debe extrañarnos que la formacion de los cuerpos haya sido un asunto de constante meditacion de parte de todos los que se han dedicado al estudio de la filosofía propiamente dicha, y más particularmente de aquellos que con preferencia se han ocupado en las especulaciones de la llamada filosofía natural.

Así es que, si abrimos ó consultamos las opiniones consignadas en los libros más autorizados de estos ramos del saber humano, empezando por los que nos han legado los pueblos de Oriente, que gozaron los primeros de los beneficios de una civilizacion propiamente dicha, encontramos desde luego que los filósofos de la India admiten el concurso de cinco elementos en la constitucion de los cuerpos,

y son la tierra, el agua, el aire, el fuego y el éter. Es más: estos cinco elementos formaban el *Pantchatouam* (1) de los Vedas, y el mismo *Brahma*, dueño y creador del Universo, revestía cinco formas distintas, caracterizadas por el estado de los mencionados cinco elementos. Por esto al salir á la escena uno de sus sacerdotes en la representación del drama sacro nominado *Sacauntala*, esclama: «¡Ojalá el dueño del mundo, presente bajo estas formas: el agua, la primera de las cosas creadas, el fuego sagrado, el éter infinito, la tierra que nutre todos los gérmenes, y el aire que anima todos los séres que respiran! ¡Ojalá, digo, este Dios favorable os proteja para siempre!» Cuando un hombre muere, según los filósofos indios, «se resuelve en los cinco elementos, y vuelve al seno de Brahma».—Otros filósofos indios admiten algo más que este materialismo panteísta. Creen en la existencia de un alma del mundo, de la que son emanaciones las de los séres animados..... Los minerales, en su opinión, también tienen alma..... Prescindiendo del puro panteísmo que domina en todas estas ideas, debemos observar que, si bien en un lenguaje metafórico, se encuentra en ellas espresado el ciclo eterno en que se revuelve la materia desde su formación, y que la muerte de unos cuerpos es el germen ó principio de vida para los que les han de suceder, pasando antes la materia por diversos estados, hasta que vuelve á entrar en un sér viviente. Por otra parte, ateniéndonos á los minerales ó inorgánicos, los alquimistas en general no han ido mucho más allá que los filósofos de la India. En todos los cuerpos, en efecto, admitían los cuatro elementos principales, que son, el agua,

(1) Derivado de *pantcha*, cinco, de donde probablemente salió el *penta* de los griegos, que espresa igual número.

el aire, la tierra y el fuego, sin descuidar tampoco el alma; añadiendo á veces el azufre (1), que vendria á reemplazar al éter de los indios. Respecto del éter infinito, observaremos, en fin, que tambien representa en el dia un papel importante en algunas teorías de la física, sin cuyo concurso ó intermedio quedarían varios fenómenos por explicar.

Viniendo á países y épocas ménos lejanas, encontramos, siempre en el Oriente, algunas ideas muy dignas de llamar nuestra atencion, siquiera sea por unos breves instantes, entre los filósofos que florecieron en los buenos tiempos de la Grecia, por cuyo intermedio han llegado hasta nosotros los principios filosóficos de la patria de los Faraones. Segun THALES de Mileto, que vivió en el siglo séptimo anterior á nuestra era, el agua es el principio de todos los cuerpos; las plantas y los animales son agua más ó ménos condensada, y cuando la destruccion ha completado su obra en ellos, se convierten de nuevo en agua.—ANAXIMENES, que vivió un siglo despues de Thales, admite, por el contrario, que todo viene del aire y todo vuelve al mismo.—Otro siglo más tarde HERÁCLITO sostuvo «que el fuego era el principio y fin de todas las cosas..... La vida consiste en un cambio perpétuo de la materia, en un movimiento continuo de emision y absorcion: este movimiento es el del círculo..... El mundo debe su origen al fuego y concluirá con el fuego, y todo esto se cumple en ciertos periodos que se alternan y suceden como el dia y la noche.

(1) Otros, entre ellos el jesuita KIRCHER, que gozó de gran fama en el siglo XVII, además del azufre, hacen entrar el *mercurio* y la *sal* en la constitucion de los cuerpos. Así dice: «*Ex Sulphure, Mercurio, Sale, mediantibus quator elementis omnia componuntur, omnia foventur, et consequenter tria sunt principia, quæ omnia constituunt...*» (ATHANASII KIRCHERII, *è Soc. Iesu. Mundi subterranei tomus II, lib. IX, cap. II, § I, p. 168. Amstelodami, ex officina Janssonio-Waesbergiana. Anno 1678.*)

Todo está regido por leyes fijas é inmutables. Los fenómenos más desemejantes en la apariencia, y los más inútiles á primera vista, son necesarios para la armonía del conjunto. Todos los seres, aun estando dormidos, contribuyen á la existencia recíproca de los objetos del mundo. *El amor y el aborrecimiento, la atraccion y la repulsion*, son las grandes leyes que rijen al mundo». Heráclito, por lo demás, admite igualmente en la formacion de los cuerpos la tierra, el agua y el aire; pero en su sistema el fuego es el más activo de estos cuatro elementos. Los cuerpos, además, son porosos.....—EMPEDOCLES, que vivió en el siglo de Heráclito, admite estos mismos cuatro elementos, y las leyes del filósofo de Efeso por lo que toca á la formacion de los cuerpos. Respecto de los primeros observa, sin embargo, que no deben considerarse como las últimas moléculas inmutables é indescomponibles de los cuerpos. Por consiguiente establece, «que el fuego, el aire, el agua y la tierra, tales como les vemos, están compuestos de una multitud de *partecillas muy pequeñas, indivisibles, que son los verdaderos elementos de los cuerpos de la naturaleza*». Segun él, los últimos elementos ó las partículas elementales, son *invariables, indestructibles, eternas*, y con ellas se constituyen los cuerpos. Los cambios de la materia dependen del desalojamiento y de la combinacion de las partículas elementales. No existen la *creacion* ni la *destruccion* en el sentido verdadero de estas palabras: solo hay fenómenos de agregacion y disgregacion, de composicion y descomposicion (1). Los elementos de que se componen los cuerpos de la naturaleza, no son todos homogéneos ó de la misma especie, porque las partículas elementales del aire se com-

(1) Aristot., *De generatione et corruptione*. I. c. 8.

binan con las del agua para dar origen á tal ó cual cuerpo, y así sucede con los demás (1). El mundo físico, en fin, según este filósofo, es la *reunion de todas las combinaciones producidas por los elementos simples* (2). —Ilustraron el siglo de este filósofo otros varios que aclararon ó precisaron más sus ideas. Así, la teoría atomística perfectamente dibujada por Empedocles, toma cuerpo verdadero en los libros de LEUCIPO, su contemporáneo. «La tierra, el agua, el aire y el fuego, que algunos filósofos han considerado como elementos simples, dice, son verdaderos cuerpos compuestos. Sus últimas partículas son indivisibles é inmutables; su cambio de lugar, su separación y su combinación, explican todas las variaciones de los cuerpos. Las últimas partículas de estos, imperceptibles para nuestros sentidos, son los *átomos*. Estos están sometidos á un movimiento interior, causa de toda combinación y descomposición. Los átomos son desiguales en forma y magnitud.... Los cuerpos contienen poros é intervalos vacíos, que favorecen el movimiento de los *átomos*...». —Uno de sus discípulos, DEMÓCRITO, perfeccionó el sistema atomístico de Leucipo. Del principio de que *de la nada no puede salir nada*, deduce la necesidad de admitir los *átomos*, porque dice, si todo cuerpo es divisible al infinito, y la división no tiene términos, no quedará *nada* de él, ó quedará *algo*. En el primer caso, el cuerpo no se compondría de nada, ó se compondría de una realidad aparente. En el segundo, se puede preguntar: ¿Qué queda, una cantidad ó una extensión? Entonces la división no ha llegado á su término. ¿Quedan

(1) Aristot., loc. cit. I. c. 1; I, c. 3 et 4. Simplic. ad phys. I, p. 66.

(2) Plut. Decret. philosoph. I, c. 5.

puntos? Sean los que fueren de estos los que se adicionen, jamás darán una extension. Luego es preciso admitir elementos reales é indivisibles. Tales son el raciocinio y la conclusion de Demócrito. Segun él, además, los átomos varian en magnitud y peso.....; son impenetrables, y por lo tanto dos de ellos no pueden ocupar á la vez el mismo espacio. Cada átomo resiste entonces al que quiere ó intenta desalojarle, y esta resistencia da *lugar á un movimiento oscilatorio, que se comunica á todos los átomos vecinos, los que á su vez le trasmiten á los átomos más distantes.....* (1) — Las ideas de estos dos últimos filósofos son aceptadas en su mayor parte por otro de sus contemporáneos, quien les dió mayor desarrollo, acercándose así siempre más á las verdades de la ciencia actual, que por una especie de intuicion predijeron los grandes hombres de que estamos hablando. ANAXÁGORAS, en efecto, despues de consignar los principios que acabamos de exponer, dice: «Comemos pan y bebemos agua, y estos alimentos nutren los músculos, la sangre, los huesos, en una palabra, todas las partes del cuerpo. ¿Sería esto posible si en el pan y en el agua no existiesen átomos ó moléculas idénticas á las que forman los músculos, la sangre, etc.?» (2) Y sigue despues: «Los cuerpos compuestos pueden descomponerse en sus elementos ó partículas similares (*homeomerias*); pero estos elementos son en sí indivisibles é indestructibles. De donde resulta, que el número de las homeomerias no puede aumentar ni disminuir. La cantidad de materia de que se compone el mundo queda, pues, constantemente la misma, sean las que fueren las variaciones á que se halla

(1) Plutarch., de Placit. philos. I, 26. Strob., Eclog. phys. vol. I, p. 394.

(2) Plutarch., de Placit. philos., 1, 3.

sometida....». En otro punto sienta esta gran verdad: «Los poros que separan á los átomos, no estan vacíos, sino llenos de aire (1)». Y despues esta otra, que solo ha sido comprobada muchos siglos más tarde: «Las plantas son seres vivientes dotados de respiracion».—PLATON, más dado á los estudios ideológicos que á los experimentales, y que tambien vivió en el siglo quinto anterior á nuestra era, además de los cuatro elementos de los filósofos de la India y de Heráclito, admite en la formacion de estos cuerpos una materia primera distinta de ellos, á la cual supone apta para tomar todas las formas. Ella era tambien la que los alimentaba, y el centro ó asiento de todas las fuerzas. Esta quinta materia á su vez, representa el papel de alma, á juzgar por el siguiente pasage de su *Timeo*: «El único sér capaz de poseer la inteligencia es el alma; pero el alma es invisible, mientras que el fuego, el aire, el agua y la tierra son cuerpos que se ven. El que quiere la inteligencia y la ciencia, debe investigar las inteligentes como verdaderas causas primeras, y colocar entre las secundarias todas las que son movidas y que necesariamente producen movimiento (2)». Ideas escelentes bajo el punto de vista metafísico, que contribuyeron en gran manera á combatir y anonadar más tarde el materialismo que profesaban algunos filósofos de sus antecesores y contemporáneos, pero que, esto no obstante, servian bien poco para aclarar el estudio de la formacion de los cuerpos bajo el punto de vista especial de las ciencias naturales. Sobre este punto en otra parte se declara partidario decidido de Anaxágoras. «El agua, dice, segun parece, al condensarse se con-

(1) Aristot., Phys. IV, 6.

(2) Obras de Platon, trad. por V. Cousin, t. XII, p. 123.

vierte en piedras y tierra; la tierra disuelta y descompuesta se evapora en aire; el aire inflamado se convierte en fuego; el fuego comprimido y apagado se vuelve aire; á su vez este aire comprimido é inspirado se trasforma en nubes y niebla; las nubes por una mayor condensacion se derriten en agua; el agua se trasforma de nuevo en tierra y en piedras: todo esto forma un círculo, cuyas partes aparentan engendrarse las unas á las otras (1)». En esto no vemos más que la reproduccion de ideas ya enunciadas respecto de la existencia de la materia, y de las metamórfosis que experimenta, sin que jamás se destruya dentro del círculo mayor ó menor en que se mueve. Las relaciones de los cuerpos ya formados con los externos que les rodean, llamaron tambien de una manera especial la atencion de Platon; y fijándonos en los inorgánicos, que son los que más hacen á nuestro intento, encontramos desde luego el principio siguiente: «Un cuerpo no puede por sí alterarse, ni ser alterado por otro su igual; pero sí lo será si un cuerpo extraño se halla contenido en él, por más fuerte que sea (2)». En este principio algunos han querido ver anunciada la afinidad química. Y en otra parte se lee: «Cuando por la accion del tiempo los metales (aguas fusibles) se desprenden de la parte de tierra que contienen, toma origen un cuerpo que se llama *orin*». Aquí encontramos una apreciacion muy equivocada. Cuando los metales se convierten en orin ó en *óxido*, en vez de perder nada, fijan el oxígeno del aire. Pero es lo cierto que hasta el descubrimiento del oxígeno en el último tercio del siglo pasado, siempre se creyó que perdian algo; y este algo, que para Platon y sus sec-

(1) Obras de Platon, trad. por V. Cousin, t. XII, p. 153.

(2) Obras de Platon, t. XII, Dialog. cit., p. 221.

tarios era la tierra, para STAHL era el *fuego* ó el *flogisto*. Aquí encontramos, pues, al fundador de la escuela flogística, que imperó hasta los siempre memorables trabajos de LAVOISIER, partidario de Platon, sin más diferencia que el cambio de un nombre..... Ninguno de los dos habria sostenido la idea errónea de la oxidacion, si más bien que al raciocinio, hubiesen llamado en su auxilio á la experiencia y empleado la balanza.....—ARISTÓTELES, discípulo de Platon y maestro de Alejandro el Grande, sienta el principio de que «La experiencia debe suministrar la materia para ser trabajada y convertida en principios generales, porque la lógica no es más que el instrumento (*organon*) que debe dar la forma á la ciencia». Despues de sentar este principio, que es un verdadero axioma tratándose de la filosofía natural, al dar cuenta de los elementos que entran en la composicion de los cuerpos, admite los mismos que su maestro, que son en su lenguaje: «Dos elementos opuestos, la tierra y el fuego; dos intermedios, el agua y el aire, y un quinto, el éter, más movible que el fuego de que el cielo está formado, y del cual se deriva el calor animal». Poco pues, debe la ciencia á Aristóteles en esta parte, y su nombre no habria sido tan respetado si no hubiese fundado la escuela peripatética, y poseido los grandes y extraordinarios conocimientos que le han inmortalizado en los trabajos que hizo sobre la historia natural propiamente dicha: pero trabajos cuya reseña, siquiera abreviada, no pueden formar parte del nuestro.

De lo dicho resulta en definitiva, que en los tiempos más floridos de la filosofía griega, el estudio relativo á la constitucion ó formacion de los cuerpos, apenas dió un paso mas allá de lo que ya se sabia por los filósofos de la India, cuyos conocimientos debieron recibir por medio de los egip-

cios, sus maestros directos. La teoría de Anaximenes, que sostiene que todos los seres orgánicos proceden del aire y vuelven al mismo despues de su muerte, si nos atenemos solo á su parte material, ha sido plenamente sostenida con argumentos bastante plausibles por el célebre químico DUMAS, veinticuatro siglos despues de haber sido emitida. «Las plantas, los animales, el hombre, ha dicho (1), contienen materia. ¿De dónde viene? ¿Qué hace en sus tejidos y en los líquidos que los bañan? ¿A dónde va cuando la muerte rompe los lazos por los cuales sus diversas partes estaban tan íntimamente unidas? Las plantas y los animales derivan del aire; no son más que aire condensado. Vienen del aire y vuelven al mismo; son verdaderas dependencias de la atmósfera». Vosotros sabeis mejor que yo, señores Académicos, que, salva la metáfora, esto es precisamente lo que nos enseña el estudio más detenido que hoy podemos hacer de los principios que entran en los seres vivientes, de las combinaciones ménos complejas en que se resuelven cuando les sorprende la muerte, y del camino que siguen al través del aire para volver á formar parte de otros seres dotados de vida, sirviendo primero de alimento á las plantas de que se nutren los animales herbívoros, y despues al hombre mismo, que á su vez, como omnívoro, toma los suyos de las mismas plantas y de las carnes de los animales que de ellas exclusivamente se nutrieron, y tambien de los que, como los peces, se alimentan de otros animales más débiles. De este modo es como se cierra el círculo en que se revuelve la materia; círculo que por intuicion veia y nos predijo Heráclito hace ya veintitres siglos, y que tam-

(1) MR. DUMAS, Curso de química orgánica dado en la facultad de Medicina de Paris en 1841.

bien nos habian anunciado los filósofos de la India. A este mismo gran génio debemos el conocimiento de la *atraccion* y *repulsion*, del *amor* y del *aborrecimiento*, que en su sistema presiden á la formacion de los cuerpos, lo mismo que en los de los filósofos actuales. A su discípulo Empèdocles el que haya descrito los atributos de los átomos, de los cuales dijo con mucha propiedad, que eran *partecillas muy pequeñas, indivisibles, invariables, indestructibles, eternas*; dejando así enteramente labrados los materiales con que Leucipo y Demócrito construyeron luego su teoría atomística. A Anaxágoras el que nos haya predicho la existencia en los alimentos que tomamos, de los principios similares que contienen, y necesitan nuestros órganos todos para su incremento y restauracion de las pérdidas sufridas; y el que haya insistido de una manera especial en la eternidad de la materia y en la constancia de su cantidad, si bien admite que pueden variar las combinaciones que afecta, marcando ó indicando de este modo que las combinaciones binarias, ó formadas por la reunion de estas entre sí, en que se resuelven los cuerpos dotados de vida despues que la perdieron, van tomando, con las plantas que alimentan, la forma más compleja é igual á la que afectan en el hombre y en los animales que de ellas se nutren. Al mismo Anaxágoras debemos el que se haya consignado la existencia en los cuerpos (no en la materia) de poros que están llenos de aire.

Despues de la reseña que acabamos de hacer, nada hallamos en los filósofos griegos que nos ilustre más la cuestion que hemos planteado, ni es fácil que lo contrario sucediera, habiendo alcanzado hasta nuestros dias la escuela peripatética, que tan poco aprovechó á la química en tiempo de su mismo fundador. Los romanos, tan poco dados á los

estudios de la filosofía y de las ciencias, que sus principales hombres tenían que pasar á Atenas á estudiarlas, como en el día van á la sabia Alemania de todas partes del mundo los que desean progresar en el estudio de estos mismos ramos del saber (á la manera que en la edad media venian á aprender á las universidades españolas los conocimientos que estaban más en boga), solo nos han legado las ideas de las escuelas griegas. Así se desprende al ménos del tan citado y justamente aplaudido, literariamente hablando, poema de LUCRECIO, intitulado *De rerum natura*. Júzguese, si no, por las ideas que, referentes á nuestro asunto, vamos á extractar (1). «Por fin, dice, todos somos hijos del aire. El aire es nuestro padre comun y la tierra nuestra madre. Fecundada por las gotas líquidas que recibe de lo alto, produce á la vez arbustos, mieses, hombres y todos los animales..... Los cuerpos salidos de su seno vuelven á él una segunda vez, y la materia descendida del aire es recibida de nuevo en los espacios etéreos. Si los átomos se despre-

(1) **Humorum guttas mater cum terra recepit.**
Fœta parit nitidas fruges arbustaque læta,
Et genus humanum, parit omnia sæcla ferarum,

Cedit item retro, de terra quod fuit ante,
In terras, et quod missum est ex ætheris oris,
Id rursus cœli relatam templa receptant:
Neve putes æterna minus residere potesse
Corpora prima, quod in summis fluitare videmus
Rebus, et interdum nasci subitoque perire:
Nec sic interimit mors res, ut materiai
Corpora conficiat, sed cœtum dissipat ollis;
Inde aliis aliud conjungit, et efficit, omnes
Res ut convertant formas mutantque colores,
Et capiant sensus, et puncto tempore reddant.

LUCRECIO, *De la nature des choses*, Trad. de Lagrange. Paris, l'an troisième de la République. t. 1, lib. II, p. 198, 199, 200 y 201.

den sin cesar de la superficie de los cuerpos, si os parece que nacen y mueren á cada instante, no por esto dudeis de su eternidad. Al destruir los cuerpos, la muerte no afecta en lo más mínimo á los elementos: su accion se limita á destruir los tejidos, á formar nuevas agrupaciones, á cambiar las formas y los colores, á dar ó recobrar á su voluntad el sentimiento....». Aquí encontramos, como va dicho, las mismas ideas de los filósofos antes mencionados en punto á las metamórfosis ó trasformaciones de la materia y á su estabilidad indefinida ó indestructibilidad, si bien están envueltas estas ideas en el frio é insostenible materialismo que caracteriza á la escuela de Epicuro, cuyas glorias y grandes merecimientos ensalza en muchas partes de su inmortal poema el célebre poeta contemporáneo de Julio César.

En balde buscaríamos por lo demás, como ya llevamos observado, nuevas ideas sobre el punto que discutimos, en todos los autores que más ó ménos directamente se han ocupado del estudio de las ciencias naturales, desde Lucrecio hasta el último tercio del siglo pasado. Ni nuestro elegante y virtuoso SÉNECA, ni el gaditano COLUMELA, ni el gran ISIDORO de Sevilla, ni el aragonés Arnolfo de VILLANUEVA, ni el nunca bastante celebrado mallorquin Raimundo LULIO, ni Francisco VALLÉS, el gran médico de Felipe II, en su *Filosofía sacra*, ni Diego de TORRES VILLARROEL, el célebre catedrático de matemáticas de Salamanca, en sus *Conversaciones fisico-médicas y químicas*, ni tantos otros que podríamos citar si hubiese tiempo y espacio para ello, han dado un paso más allá de lo que habia recopilado Aristóteles, el gigante enciclopedista de su época, sobre la constitucion de los cuerpos. Lejos de adelantar en esta cuestion, todos invocan la autoridad del fundador de la escuela peri-

patética. Ni es peculiar de nuestro país la inmovilidad que se advierte en este punto entre sus filósofos y naturalistas: igual, si no superior, la encontramos en los demás de Europa, seguramente entonces ménos civilizados. Al imponer Roma por la fuerza el imperio de su autoridad á la Grecia vencida, fué á su vez dominada por ésta en el terreno de la filosofía. El triunfo de Roma sobre Grecia, llevó, pues, consigo la autoridad de la filosofía griega á todo el mundo que pagaba tributo al imperio Romano. ¡Y qué autoridad, señores! Una autoridad que ha sobrevivido á la misma destruccion del imperio del pueblo rey; que ha atravesado incólume los grandes trastornos que han agitado á la humanidad entera en el trascurso de más de dos mil años; que ha visto desaparecer monarquías, extinguirse razas enteras, conculcar los derechos más sagrados, desaparecer la idolatría ante el Cristianismo, poner á discusion, en fin, los principios eternos de esta misma religion...!!! Esta autoridad, única en su ejemplo, con frecuencia mal interpretada y peor seguida por muchos sectarios del Peripato, es la prueba más palpable de que no hay traba alguna, de que no hay en los poderes todos de la tierra fuerza bastante para encadenar la razon, y guiarla por caminos que no sean los que conducen ó más se acercan al conocimiento de la verdad.

No debemos desconocer, por otra parte, que en este largo periodo histórico han aparecido grandes razonadores, que trataron de dar á la observacion, tan preconizada por Aristóteles, como frecuentemente olvidada por los que se llamaban sus sectarios, toda la importancia que se merecia. Son buena prueba de ello ALBERTO MAGNO y su discípulo Rogerio BACON, dominicano el primero y franciscano el segundo, que escribieron de fisica y de química tambien en

el siglo de nuestro Lulio (el XIII), y cuyos trabajos, los del segundo sobre todo, se leen en el día aún con tanta delectación como asombro; Francisco BACON, llamado también Barón de Verulamio y Vizconde de San Alban, que en el siglo XVI no hizo más que seguir la huella que de una manera indeleble dejara trazada tres siglos antes el tan grande como modesto y desgraciado Rogerio, del propio apellido, tronando contra la autoridad escolástica é invocando la de los sentidos, para sacar deducciones verdaderas y tener ideas claras y concretas (1); el gran GALILEO, adversario de los más decididos y á la vez víctima la más ilustre de la ciega autoridad escolástica, cuyo nombre recordarán siempre con placer y asombro la física, la mecánica y la astronomía; NEWTON, el descomunal génio de Newton, que después de haber precisado mejor que Galileo las leyes que rijen al mundo astronómico, no vió en las acciones químicas más que una variante de la atracción universal ó de la gravitación, que tenía lugar entre las últi-

(1) Por lo que á nosotros más directamente interesa, nos contentaremos con extractar el programa que en su tratado intitulado *De historia vitæ et mortis*, aconseja que se recorra antes de sacar una deducción ó teoría del calor como si dijéramos del fuego. Quiere que se le examine primero en todas las circunstancias que lo producen, acompañan y hacen desaparecer. Que se le estudie en verano al medio día en los rayos directos del sol, como en los que han sido concentrados por un muro y por un espejo; en los meteoros ígneos, los rayos, los volcanes, en las llamas todas; en todos los cuerpos sólidos calentados en las aguas termales; en los líquidos que hierven; en los vapores; en los cuerpos que aíslan el calor como la lana; en los cuerpos calentados por irradiación y por el roce; en las chispas producidas por el eslabón; en la fermentación de las yerbas húmedas, amontonadas; en las disoluciones efectuadas por los ácidos; en el frío mismo, en fin, que siendo excesivo produce los efectos de una quemadura. «Solo después que de este modo se habrá formado un cuadro de todas las circunstancias en que el calor se manifiesta ó modifica, de todas las causas que lo producen, de todos los efectos que ocasiona, dice, será posible conocer su naturaleza y sus leyes, ó cuando ménos tener ideas claras é incontestables del mismo.» No se estudia de otro modo en el día esta parte de la física.

mas partecillas de los cuerpos colocados á distancias inconmensurables por lo pequeñas, y que obraba en diversos grados de intensidad, segun fuese mayor ó menor la fuerza de combinacion de los diversos cuerpos entre sí.....

A pesar de los esfuerzos de estos verdaderos génios de la filosofía positiva, y de otros que aún podrian citarse, imperaba por do quiera la autoridad de los cuatro elementos; y sin embargo, si bien lo miramos, estos aparecen destruidos de hecho en los laboratorios de algunos modestos é infatigables trabajadores del último tercio del siglo pasado sobre todo, y de un poco más atrás en alguno que otro caso. Respecto del primero, ó sea del aire, se sabia ya por los trabajos del sueco SCHEELE y del catalan D. Ramon MARTÍ DE ARDEÑA, que en vez de ser un elemento, estaba formado esencialmente por una mezcla de dos gases muy distintos, antitéticos uno del otro por sus propiedades; á saber, el oxígeno, que preside á la combustion y á la vida, y el nitrógeno, que no sirve para la una ni para la otra, lo cual fué plenamente corroborado por LAVOISIER, su coetáneo. El primero, ó sea el oxígeno, habia sido obtenido ya puro en 1774 por PRIESTLEY, y un año despues por SCHEELE, que ignoraba por completo los trabajos del célebre inglés. Por lo que toca al agua y á su conversion en tierra, generalmente admitida hasta entonces, el mismo Scheele habia demostrado, que el polvo de aspecto térreo que se obtiene despues de hervir largo tiempo el agua pura ó destilada en una retorta ó matraz de vidrio, estaba compuesto por los factores de éste; y poco despues Lavoisier hacia ver que el peso de este polvo obtenido, era igual á la pérdida de peso experimentado por el vaso en que tenia lugar la ebullicion; resultando plenamente demostrado con esta doble prueba, que no existia la preten-

dida trasformacion del agua en tierra, y quedando todo ello reducido á una sustraccion de los factores del vidrio por la accion prolongada del agua hirviendo sobre un vidrio que no resistia por completo á su accion disolvente. En cuanto al fuego, estaba ya demostrado por los trabajos de Scheele, que era debido á la combinacion del oxígeno del aire con los cuerpos combustibles, desde que publicó su excelente tratado *sobre el aire y el fuego*; que al quemarse ó al arder, los metales fijaban el llamado por él *aire del fuego*, ó sea el oxígeno, y que le perdian al reducirse las *cales* resultantes, ó sea sus óxidos, regenerándose el metal primitivo. Y como ya desde 1781 CAVENDISH y WATT habian observado que cuando arde el hidrógeno (conocido de mucho antes con el nombre de *aire inflamable*) se formaba agua, quedaba bien demostrado que esta era un cuerpo compuesto. Por lo que toca á la tierra, era tambien evidente que de ella habia varias clases ó especies, y que no existia la trasformacion de una en otra, como hasta entonces se habia creido. A Scheele se debe el haber desvanecido este error en punto á la trasformacion de la sílice en alúmina, fundiéndola repetidas veces con la potasa, pues demostró que la alúmina que en este caso se obtenia, procedia de los crisoles en que las fusiones tenian lugar; al mismo el descubrimiento de una tierra nueva, la *barita*, que hizo simultáneamente con el del manganeso y cloro, y el empleo de sus sales solubles para determinar la presencia del ácido sulfúrico mejor de lo que se practicaba en su tiempo, dando lugar á la formacion del sulfato de cal, y el precisar la cantidad del propio ácido por el mismo método que en el dia empleamos. A MARGRAF, de Berlín, el haber distinguido una de otra la alúmina, la cal y la magnesia, tres tierras distintas, que hasta su tiempo con frecuencia se ha-

bian confundido entre sí; del propio modo que la verdadera composición del yeso, del cual separó perfectamente el ácido sulfúrico, la cal y el agua, no obstante ser tenido hasta entonces como una tierra particular. Por manera que en el supuesto elemento llamado tierra, cuando aún se consideraba como factor elemental de los cuerpos, estaba bien determinada la presencia de cuatro tierras distintas, según hoy mismo se las llama por algunos, y eran la barita, la cal, la magnesia y la alúmina.

Los trabajos analíticos de que se trata fueron perfeccionados en extremo en este mismo período por el prusiano KLAPROTH, que puede considerarse como el fundador de la química analítica, y corrigió los todavía imperfectos del suizo BERGMANN, distinguiendo la *estronciana* de la barita, etc.; por los químicos españoles y hermanos D. Fausto y D. Juan José de ELHUYART, que descubrieron el tungsteno en 1781 (1); por el sajón WENZEL, Carlos Federico (2), que con la balanza y los reactivos, no obstante sus ideas alquimistas, demostró la neutralidad que resulta cuando dos sales neutras se descomponen mutuamente, cuyos trabajos, dando origen á los *equivalentes*, se puede decir que son el fundamento de la química analítica cuantitativa y una necesaria rectificación de los de Bergmann y KIRWAN, á la

(1) *Geschichte der chemie von Dr. Hermann Kopp. Vierter Theil, S. 78.*

(2) *Vorlesungen über chemische Verwandtschaft der Körper, von C. F. WENZEL, 1777.*—GEBER en el siglo VIII de nuestra era ya hizo ensayos, incompletos es cierto, para determinar la cantidad de algunos ácidos necesaria para neutralizar una base. Se fijó en el ácido sulfúrico, que podría reemplazar al vinagre en la preparación del magisterio ó leche de azufre. Después de estos ensayos, es preciso que nos traslademos á los tiempos de Homberg, 1669, para encontrar datos más precisos sobre esta cuestión, pues no pueden considerarse tales los de VAN HELMONT, de 1640, que solo trató de definir y precisar bien lo que pasa en el acto de la saturación.—H. Kopp. *l. c. Zweiter Theil, S. 353, 354 y 355.*

sazon muy celebrados por el berlinés RICHTER, que comprobando los trabajos de Wenzel, demostró que no cambia la neutralidad de una sal metálica cuando su radical es precipitado por otro metal que le sustituye en la combinación, fijando de este modo un nuevo método para determinar ó comprobar sus respectivos equivalentes; por el francés PROUST, que produjo lo más que en este punto le pertenece, en nuestro país, á quien servia (1), demostrando, en contra de lo que sostenia su compatriota BERTHOLLET, que no existen combinaciones indefinidas en los cuerpos, sino que más bien los factores de los compuestos entran siempre en ellos por cantidades constantes; por el tan grande como desgraciado LAVOISIER, en fin, que con su génio y laboriosidad sin igual, consultando la balanza como Wenzel en todos sus trabajos, repitiendo con mejor acierto algunos de los más fundamentales de sus predecesores y contemporáneos, y empleando sucesivamente el análisis y la síntesis respecto de los más trascendentales, echó los indestructibles cimientos de la química actual, demostrando, como ya antes se sabia, que no existian los supuestos elementos admitidos por las escuelas que le precedieron, y dando con su estudio sobre el oxígeno la verdadera explicacion de la combustion y respiracion, y de la oxidacion de los metales, y de las condiciones que debe reunir un cuerpo para que se le pueda considerar como elemento.

Tantos y tan importantes trabajos, debidos á los químicos que hemos mencionado y á otros muchos que callamos por no consentir su enumeracion siquiera la brevedad del tiempo, reunidos en el último tercio del siglo pasado, no

(1) En la escuela de Artillería de Segovia primero, y luego en Madrid.

fueron bastantes, sin embargo, para que en este mismo periodo dejaran de publicarse sobre la constitucion de los cuerpos algunas ideas, que son del todo insostenibles por hallarse en pugna abierta con lo que ya entonces se conocia. Así, por ejemplo, el célebre filósofo Manuel KANT solo admite una materia sometida á dos fuerzas contrarias, la *atraccion* y la *repulsion*. Por la primera, sus partes todas propenden á aproximarse siempre más; por la segunda, al contrario, siempre tienden á separarse unas de otras: por la accion de aquella los cuerpos serian siempre más densos, y ocuparian un espacio siempre más limitado, hasta llegar á un punto matemático; por la segunda, alejándose siempre más unas moléculas de otras, los cuerpos se perderian en la inmensidad del espacio: si no sucede lo uno ni lo otro, es debido á que las dos fuerzas actúan continuamente sobre la materia, debiéndose á la diversa intensidad de su accion los estados distintos de los cuerpos y las diversas especies de los mismos (1). Kant, segun esto, retrocede al siglo de Heráclito, á quien hemos visto introducir las fuerzas que admite en la constitucion de los cuerpos: absorto en sus especulaciones metafisicas, habia permanecido extraño al gran movimiento que en su tiempo (1786) ya habia tenido lugar en punto al estudio de la naturaleza de los cuerpos, y pretendiendo dar leyes á la constitucion de estos como las estaba dando á la ciencia del discurso, formó un mundo en el cual, de ser ciertos sus razonamientos, él mismo no habria podido vivir. Esto no obstante, el gran crédito de que gozaba este filósofo en las ciencias especulativas, hizo que sus compatriotas considerasen su teoría como revelacion

(1) KANT. *Aufansgr. d. Naturwissenschaft. Auf. 3. S. 75.*

de un espíritu superior (1); en virtud de lo cual no debe extrañarse que tuviera sus partidarios, y partidarios de gran valía, como GREN, célebre químico de la Universidad de Halle (Prusia); WINTERL, de Pesth (Hungria), (ERSTED, de Copenhague (Noruega), etc. Esta teoría, como es sabido, lleva el nombre de *dinámica*, en contraposición á la *corpúscular* que luego le sucedió, y hoy mismo está imperando.

Pero, no faltó entre sus mismos compatriotas quien tratase de dar mejor explicación de la formación de los cuerpos, y protestara de la pretendida autoridad del falso apóstol. SCHELLING, en efecto (2), siguiendo más de cerca el movimiento científico de su época, y razonando con mayor exactitud sobre los hechos nuevos que todos los días se iban reuniendo, sostuvo que las acciones químicas solo tienen lugar entre sustancias heterogéneas; es decir, entre aquellas en quienes las fuerzas fundamentales (la atracción y la repulsión) están en diversa relación; que en la combinación ó producto resultante, se halla la relación dinámica media de las dichas fuerzas que han actuado, y que sus propiedades cambian esencialmente de las que poseían los principios constitutivos ó cuerpos que reaccionan. Estas ideas, publicadas ya por primera vez en 1797 y reimprimadas en 1803, explican de una manera más conforme que lo habían hecho Kant y sus sectarios, siquiera sea en el campo abstracto de la filosofía, lo que pasa en la constitución de los cuerpos, y en el resultado de las acciones químicas que entre los mismos tienen lugar.

(1) BERZELIUS. *Traité de Chimie minerale, etc. Seconde édition française. Tome 4, p. 492.*

(2) SCHELLING. *Ideen zur einer Philosophie der Natur. Aufl. 2, 1803. S. 453.*

Al empezar nuestro siglo, según lo expuesto, la química poseía conocimientos claros sobre lo que debía considerarse como elementos. No lo eran los admitidos hasta entonces. Su número había aumentado considerablemente, é iba creciendo todos los días, gracias al inmortal descubrimiento de VOLTA, que puesto entre las manos de DAVY y de otros químicos y físicos, sirvió para evidenciar la composición y poner en claro la naturaleza de los factores de gran número de cuerpos, hasta entonces considerados como simples ó elementos. Estaban hacinados en gran número los materiales que entran en la composición de los cuerpos, y era preciso estudiar más de cerca de lo que hasta entonces se había hecho, la manera como podía considerarse la formación de los compuestos por la reunión de los simples ó elementales. Había dejado de existir, por otra parte, la confusión que hasta poco hacia había existido entre las acciones puramente físicas y las que son del dominio exclusivo de la química; se sabía bien dónde empieza y concluye la atracción molecular, la cohesión y la adhesión, y dónde y cómo nace y se modifica la fuerza de combinación, la afinidad ó la atracción química propiamente dicha.

DALTON á su vez nos había demostrado el principio de las proporciones múltiples de los cuerpos, con el estudio que hizo de los carburos gaseosos del hidrógeno, con el del óxido y ácido carbónico, y con el de los compuestos oxidados del nitrógeno: WOLLASTON le corroboró con el estudio de los diversos oxalatos de potasa; GAY-LUSSAC con el de las combinaciones oxidadas del nitrógeno antes mencionadas, que repitió con el sello del acierto que llevan todos los trabajos de este hombre verdaderamente memorable; y también con el estudio de la composición del agua, que efectuó con su célebre compañero el Barón de HUMBOLDT, no ménos

memorable en la historia contemporánea de las ciencias naturales. Habíase sacado partido del calórico específico de los cuerpos para rectificar los pesos atómicos de algunos de ellos, así como el de las densidades ó pesos específicos de los que son gaseosos y de los vapores. Quedaba hecha la distincion entre átomo y equivalente, ó sea entre los pesos respectivos de estas entidades. Conociase todo el partido que se puede sacar del isomorfismo, ó sea de la propiedad que tienen diversos compuestos de cristalizar bajo la misma forma, cuando uno de sus factores es reemplazado por otro en igual cantidad y en el mismo número de átomos ó moléculas, para determinar el peso atómico ó el equivalente de algunos cuerpos que no se prestaban á los demás medios que servian para fijar el de otros. El descubrimiento del cianógeno y de las combinaciones más importantes del mismo habia demostrado, en fin, ya desde principios del siglo actual, que hay cuerpos compuestos que representan el mismo papel que los simples ó elementales.

Si á estos conocimientos se añaden los muy importantes que suministró la pila entre las manos de Davy y de Berzelius entre otros, se comprenderá desde luego que la ciencia poseia datos bastantes para estudiar con aprovechamiento el orden que debian ocupar los elementos al reunirse los de la misma naturaleza para dar origen á los cuerpos simples, y tambien al combinarse estos unos con otros para formar los compuestos destituidos de vida; pues, por lo que toca al origen de esta y á la manera como apareció en los seres que la tienen, los químicos verdaderamente razonadores, siempre se atuvieron al *Omne vivum ex ovo*, y á los primeros versículos del Génesis.

La formacion de los cuerpos simples, dada la materia y concibiéndola animada *ab initio* de las fuerzas de atrac-

cion y repulsion, tampoco era difícil de comprender. Tratóbase solo de estudiar la manera como estas dos fuerzas antagonistas, que á la vez solicitan á la materia, actúan sobre ella, y con qué intensidad. Si domina la atraccion, y obra con tiempo, espacio y reposo bastantes, entonces se forman los cuerpos sólidos, dotados de formas simétricas más ó ménos regulares, dando origen á los cristales; pero si dominando la atraccion, falta alguna de las condiciones indicadas de tiempo, espacio y reposo, los cuerpos presentan formas siempre ménos distintas, hasta carecer enteramente de ellas, llamándose entonces *amorfos*. Dominando en los cuerpos sólidos la atraccion, sus menores partículas permanecen unidas entre sí por la *cohesion*, de manera que pueden resistir separadamente á la pesadez ó atraccion terrestre, manteniéndose siempre en la posicion que en el cuerpo ocupan. Si en vez de dominar la atraccion, está equiparada con la repulsion, toman origen los cuerpos *líquidos*, es decir, los que careciendo de forma, solo afectan la de los vasos que los contienen, y cuyas partes están siempre en movimiento hasta ocupar los sitios más bajos, mientras no encuentren obstáculos insuperables á la fuerza de su movimiento. En ellos, pues, ó no existe la cohesion, ó solo se experimentan sus efectos de una manera visible en las últimas partes de los mismos, como en una gota de agua ó de azogue, cuando conserva una forma esférica. Los fenómenos de la *adhesion* ó de la atraccion, puramente superficial, contraestán ó modifican á veces la tendencia general que manifiestan los cuerpos líquidos á ocupar las partes ó sitios más bajos, obedeciendo á la pesadez. Si la repulsion es mayor que la atraccion, las partes de los cuerpos tienden á apartarse siempre más unas de otras y á extenderse en el espacio, y los cuerpos que esto hacen, son

los *gases*. Pero, guardémonos bien de creer que no hay un límite á la repulsion, ó que en los gases no existe cohesion alguna, como por algunos se cree y en general se lee en muchos libros, pues en este supuesto no concebiríamos la permanencia de la atmósfera que envuelve nuestro planeta, la cual, á poco de salir de las manos del Creador de todas las cosas, se habria disipado en la inmensidad del espacio, tan vasto é infinito como su inmenso poder y sabiduría. Si no hubiese un límite á la repulsion de que se suponen animadas las moléculas ó los átomos de los gases, si estos estuviesen á cubierto de la atraccion terrestre, no tendria razon de ser nuestra atmósfera, y la vida que de ella depende, habria dejado de existir poco despues de su aparicion en la superficie de la tierra (1).

La constitucion de los cuerpos simples, segun lo dicho, se concibe perfectamente á primera vista por la sola accion de las leyes fisicas. En ellos no hay más que partes similares, homogéneas, que estan solicitadas por dos fuerzas antagonistas, de cuyo respectivo predominio depende el estado de los cuerpos. Pero, estudiando más de cerca estos mismos cuerpos, en algunos se observan ciertos estados que deben llamarnos la atencion unos instantes. Los hay, en efecto, que se nos presentan siendo sólidos, por ejemplo, afectando formas diversas, tanto que á primera vista, á no conocerlas, podrian dar motivo á creer que pertenecen á cuerpos distintos. Es decir, pues, que existe el *dimorfismo* en los cuerpos simples lo mismo que en los compuestos, y tambien el *isomerismo*, ó sea la propiedad que tienen algunos cuerpos de poseer propiedades distintas, no obstante hallarse formados

(1) Memoria leida á la Sociedad Filomática de Barcelona el 2 de febrero de 1845 por el Socio de la misma, D. Francisco Bonet y Bonfill. Barcelona. Imprenta de Agustin Gaspar, 1848.

de los mismos factores. Así el azufre presenta dos formas cristalinas distintas é incompatibles, pertenecientes á dos sistemas cristalográficos diversos, además de un tercer estado, en el cual es insoluble en el sulfido carbónico, que le disuelve fácilmente cuando se halla en cualquiera de los dos estados que presenta por su dimorfismo. El carbono le conocemos también en tres estados muy distintos: en el de diamante, el primero de todos los cuerpos conocidos por su dureza y también por su valor; el grafito, destinado á la fabricación de lapiceros y de crisoles refractarios, de ménos precio que el diamante, pero de aplicaciones no ménos apreciables; y el de carbon comun, en sus variedades de carbon vegetal, animal, negro de humo, etc., etc., todas bien conocidas por sus usos importantes. Son bien conocidos asimismo los dos estados especiales en que ordinariamente se nos presenta el fósforo, con las denominaciones de *ordinario* y *rojo ó amorfo*; notable el primero por su traslucidez, fosforescencia, facilidad en emitir vapores fosforescentes y venenosos y por su grande inflamabilidad á la temperatura ordinaria; y el segundo por gozar de propiedades diametralmente opuestas, motivo por el cual los gobiernos previsores y entendidos, que son celosos guardadores de los fueros de la higiene pública y defensores verdaderos de la propiedad, aun de los accidentes de incendio, se han apresurado á disponer que dicho fósforo rojo sea empleado exclusivamente en la fabricación de las cerillas fosfóricas, tan esparcidas en el dia como inocentes si con él se preparan, al paso que son origen frecuente de envenenamientos é incendios cuando se fabrican con el ordinario. Un ejemplo parecido nos presenta el oxígeno en los tres estados en que puede encontrarse, á saber: en el de oxígeno natural ú ordinario, formado por el que llama-

remos oxígeno positivo y oxígeno negativo, en el de oxígeno activo positivo ó sea *antozano*, y en el de oxígeno negativo ú sea *oxígeno ozonizado, electrizado, sobrecitado*, y tambien simplemente *ozono* de algunos; cuyas propiedades, bien distintas del anterior, se distinguen por un poder oxidante mas enérgico que el de que goza el oxígeno en cualquiera de los otros dos estados; advirtiéndose que estos diversos estados que puede presentar el oxígeno en estado de libertad, los conserva á las veces en varias de sus combinaciones.

Muchos otros cuerpos simples ó elementos podríamos citar que se nos presentan en diversos estados como los que van indicados, y conservan las propiedades particulares que los distinguen en las combinaciones de que forman parte; pero nos veda el hacerlo lo limitado del tiempo de que podemos disponer, y el considerar que la conocida ilustracion de los Sres. Académicos y del público que honra estos actos con su asistencia, suplirán lo que callamos, con recordar los muchos cuerpos que pueden afectar y presentar con frecuencia los diversos estados *alotrópicos*, sobre que tanto llamó la atencion de los químicos el gran Berzelius en la última edicion, incompleta por desgracia, de su tratado de química. A nosotros solo nos es permitido consignar aquí, que esa gran diversidad de propiedades cristalográficas y fisico-químicas, solo reconoce por origen el diverso y variado agrupamiento de los átomos ó moléculas de los cuerpos en que se presentan; es decir, que su atraccion primero, y su cohesion despues en los cuerpos simples, pueden efectuarse, y se efectuan en efecto, por más de un punto ó en más de una direccion. Así y solo así, nos damos cuenta de las diversas propiedades que presentan los mismos cuerpos simples.

Si consideramos los compuestos bajo este mismo punto de vista, encontramos desde luego una variedad tal, que se presta á observaciones del mayor interés, é interminables por lo numerosas. El inglés Dalton, matemático primero, meteorologista despues, y luego un verdadero génio de los conocimientos fisico-químicos (1), fué el primero que fundó un sistema completo para explicar la constitucion de los cuerpos compuestos. Dominando las ideas filosóficas de todas las edades en este punto, admitió que la fuerza de combinacion ó la afinidad, tenia lugar entre los átomos de los cuerpos heterogéneos ó de distinta naturaleza.—Los atributos de los átomos eran para él los mismos que les concedieron los filósofos griegos, y al combinarse se sobreponian unos á otros en el número en que cada cuerpo entraba á formar parte del compuesto resultante. Su compatriota Wollaston aceptó la misma explicacion, si bien para él, átomo y equivalente eran lo mismo. Lo propio sucedió en un principio con su coetáneo Berzelius; pero estimando éste en todo su valor los importantes trabajos de Gay-Lussac, de DULONG y PETIT y de MITSCHERLICH, pronto estableció la verdadera diferencia que separa á los números ó pesos atómicos de los equivalentes ó proporcionales. Y como precisa consecuencia, reformó de paso el sistema simbólico que habia fundado Dalton, aprovechando y retocando los materiales que para el mismo habian empezado á labrar á un tiempo HASSENFRAZ y ADET, haciendo que representase la composicion de los cuerpos en uno y otro sistema.

Las consideraciones de Dalton referentes á la mera sobreposicion de los átomos, no eran sin embargo sostenibles en todos los casos. Conteniendo los cuerpos gaseosos en

(1) Nació en 1766 y murió en 1844.

igual volúmen el mismo número de átomos, cuando estos cuerpos se combinaban entre sí en volúmenes conocidos, el producto de la combinacion habria tenido de dar en el compuesto binario resultante, por ejemplo, un número de volúmenes igual á la suma de los que entraran en la combinacion, á ser cierta dicha hipótesis. Y si esto sucede, por ejemplo, cuando se combinan el cloro y el hidrógeno, dándonos en ácido clorhídrico una suma de volúmenes igual á la de sus factores, no sucede lo propio en muchas otras combinaciones. Luego no hay *mera superposicion*, sino una verdadera *penetracion* entre los factores de estas combinaciones.

Esta observacion y otras análogas, las tuvo muy presentes Berzelius al estudiar la constitucion de los cuerpos, sin olvidar ninguno de los trabajos de sus coetáneos, encaminados á esclarecer la cuestion que nos ocupa. En su sistema, que presentó primero solamente esbozado, y que fué retocando continuamente hasta dejarle concluido, y sistema que ha imperado por cerca de treinta años, influyeron por mucho las ideas de Davy, sugeridas por la aplicacion de la pila de Volta, de que tanto partido sacó en el estudio de muchos cuerpos tenidos hasta entonces por elementales, y de los cuales con su auxilio logró extraer su respectivo radical metálico por un lado y el oxígeno por otro en los más de los casos, aumentando de este modo considerablemente la série de los cuerpos simples ó elementos (1). Y como

(1) Humphry DAVY nació en 1778 en Penzance (Cornouailles), de una familia pobre, cuyo jefe se ganaba la vida ejerciendo su génio de artista en la talla de la madera. Siendo todavía muy joven, entró en clase de practicante al servicio de un cirujano de su propio lugar, el cual, además de la práctica de la cirugía, le enseñó la preparacion de algunas medicinas (Aun en el dia es frecuente encontrar en Inglaterra cirujanos y médicos que preparan las medicinas para sus enfermos, como igualmente lo es encontrar muchos boticarios que correspon-

aplicando la accion de la pila á otros compuestos de un órden más elevado que los óxidos ó las combinaciones binarias, siempre resultaba que sus factores se separaban en dos grupos que se dirigian, uno al anodo ó polo positivo y

den á esta intrusion administrando por sí solos los medicamentos que creen necesitan los enfermos que les consultan). En esta ocupacion se desarrolló en él su aficion á los trabajos científicos, especialmente á los de química, perfeccionando con el estudio privado ó particular, sus conocimientos en ciencias naturales y en los idiomas. En tal estado se le proporcionó una colocacion más acomodada, siendo llamado como quimico, en 1798, para ponerse al frente del establecimiento que con el nombre de *Instituto neumático (Pneumatique Institution)* se acababa de fundar en Bristol, para estudiar la accion que los gases recientemente descubiertos podian ejercer en la salud. Allí trabajó sobre muchos gases, y especialmente sobre el óxido nitroso, cuya accion embriagadora demostró, habiéndole valido este descubrimiento, que hizo gran ruido en el mundo científico, el que en 1801 se le llamase como profesor de química del establecimiento, recientemente formado tambien en Londres con el nombre de *Royal Institution*, y que se le nombrase al propio tiempo individuo de la *Sociedad Real* de la propia ciudad. Con general aplauso difundió en este puesto su ciencia, y al propio tiempo, desde 1802 á 1812, dió lecciones en la Sociedad agrícola (*Board of agriculture*), abriendo de este modo el camino que debia conducirle á sus investigaciones sobre la aplicacion de la química al cultivo de la tierra. El tiempo durante el cual trabajó en la *Sociedad Real* (desde 1801 á 1813), fué el más provechoso para la ciencia, por los difíciles y trascendentales experimentos que hizo, y los brillantes y provechosos descubrimientos que le caracterizan. A ellos debió el ser nombrado Caballero en 1811 y *Baronnet* en 1812. En 1813 la falta de salud le obligó á abandonar su cátedra y su pais en busca de un clima ménos desapacible; pero poco antes tuvo el acierto de tomar, como ayudante suyo, á un joven, hijo de un pobre herrero de Londres, el cual le acompañó por espacio de dos años en el continente, regresando luego á Londres á continuar los trabajos de su protector y amigo: este joven, tan pobre como el mismo Davy cuando contaba su edad, se llamaba Miguel FARADAY, digno sucesor de Davy en la enseñanza y en los progresos que hizo en las ciencias fisico-químicas. Siete años duró este viaje por el continente, repartidos entre Francia é Italia, los cuales no fueron del todo perdidos para la ciencia, pues estando en el segundo de estos paises, hizo buenos trabajos sobre los colores que empleaban los antiguos pintores, y tambien sobre los medios para poder leer mejor los manuscritos de Herculano. Durante este periodo fué tambien cuando inventó la lámpara de seguridad para los mineros que trabajaban en las minas de carbon, y á que estos por reconocimiento dieron el nombre de *Davina*. Regresado á Londres en 1820, fué elevado á la alta dignidad de Presidente de la *Sociedad Real*, que tanto habia ilustrado con sus conocimientos. Salvos breves intervalos, como el pequeño viaje que en 1824 hizo á Noruega, y

otro al catodo ó polo negativo, admitió naturalmente que los cuerpos que se combinaban se hallaban forzosamente en opuesto estado electro-polar; siendo fenómeno concomitante de la combinacion el desprendimiento ó neutraliza-

algunos otros parecidos, permaneció otros siete años en Londres, hasta que en 1827, su salud, siempre más quebrantada, le obligó á dimitir la presidencia de la Sociedad Real y á dejar para siempre su país, pasando al continente en busca de otros más meridionales. El verano de 1828 se dirigió y permaneció en el *Steiermark*, ó sea en la Marca Estiria (Austria), de donde se dirigió luego á Roma al principio de 1829. Habiendo enfermado aquí de muerte muy luego, y suspirando siempre por su patria, emprendió su regreso á ella; pero al llegar á Ginebra la muerte acabó con la existencia de uno de los naturalistas más distinguidos que forman la gloria del primer tercio de nuestro siglo.

En la capilla de S. Juan Evangelista, S. Andrés y S. Miguel de la antigua Abadía de Westminster, célebre joya del estilo gótico florido, y panteon no ménos célebre de los hombres eminentes de Inglaterra, á la espalda del monumento levantado al general Wolfe, y no lejos de los restos del Dr. Ioung, se encuentra una lápida conmemorativa del gran Davy. Su inscripcion, que copiamos en nuestro primer viaje á Inglaterra en 1851, dice así: *«To the memory of-Syr Humphry Davy Baronnet-Distinguished throughout the world-By his—Discoveries in chemical Science;—President of the royal society.—Member of the national Institute of France.—Born 17 December 1778 at Petzance.—Died 29 May 1829 at Geneva.—Where his remains are interred.»*

Habiendo muerto Davy de una afeccion de pecho, es más que probable que adquiriese el gérmen ó la predisposicion á esta enfermedad con el estudio de los gases sobre la salud, cuya repetida y diversa inspiracion hizo largo tiempo, siendo así una víctima propiciatoria de su ardor é interés en favor de la humanidad entera.

Desde 1800 las investigaciones de Davy se encaminaron sobre todo al estudio de los trabajos electro-galvánicos, habiendo empezado seis años despues á publicar los importantes descubrimientos que hizo, y sorprendieron al mundo científico. Comenzó destruyendo los errores aceptados como verdades, cometidos por los que primero se dedicaron al estudio de este ramo de los conocimientos modernos. Creíase por muchos, por ejemplo, que el agua pura sola sometida á la accion de la corriente eléctrica, se descomponia en sus factores oxígeno é hidrógeno, es cierto, pero que siempre quedaba un residuo de un ácido ó de una base, debiéndose formar por consiguiente bajo su influjo ácido nítrico ó clorhídrico, amoniaco ó sosa; pero Davy desvaneció este error, demostrando que los cuerpos extraños al oxígeno y al hidrógeno que se obtenian á veces al descomponer el agua por la pila, dependian de la prévia existencia en ella, ó en los vasos donde tenia lugar su descomposicion, de sales formadas por los ácidos y bases que quedaban en libertad al mismo tiempo que los factores de dicha agua, cuyo respectivo camino seguian bajo la accion gal-

cion de la electricidad de los factores respectivos, y con frecuencia tambien de calórico y lumínico. En todo cuerpo compuesto, pues, segun Berzelius, teníamos constantemente dos factores aptos ó dispuestos, si así podemos ex-

vánica. Ya entonces anunció, que las acciones químicas de la electricidad parecían demostrarle que las atracciones química y eléctrica descansan sobre el mismo origen ó fundamento; que las manifestaciones de la afinidad y de la electricidad eran tan solo modificaciones de una misma fuerza. Atento siempre á estas manifestaciones, y bien persuadido de que la electricidad voltáica basta para descomponer pequeñas cantidades de cloruros contenidos en el vidrio, en el basalto ó en otras piedras con que se construian los vasos en que tenia lugar la descomposicion del agua pura, comprendió desde luego toda la importancia que tenia este nuevo agente manejado convenientemente. Observó asimismo, que una sal sometida á su accion se descomponia siempre del mismo modo, pasando su ácido al polo positivo y su base al negativo. Observó más, y es que estas mismas bases, cuando estaban combinadas con otras más enérgicas daban origen á verdaderas sales, pues al descomponerse por la pila, las primeras se dirigian al polo positivo cual si fuesen verdaderos ácidos, y las segundas al negativo. Aumentando luego el número de pares de la pila, sometió á su accion algunos cuerpos, cuya composicion solo se sospechaba por los más previsores, bien persuadido de que eran verdaderos compuestos; y de este modo tuvo la gloria de extraer en 1807 el *potasio* y el *sodio*, demostrando que los álcalis fijos potasa y sosa eran unos verdaderos óxidos; el año siguiente, hizo igual demostracion por lo que toca á las tierras alcalinas barita, estronciana, cal y magnesia, extrayendo sus respectivos radicales metálicos, á saber, el *bario*, *estroncio*, *calcio* y *magnesio*; y guiado por las analogias y por lo que acababa de hacer, anunció desde luego, que las demás tierras que no pudo descomponer, como la alúmina, etc., debian ser igualmente óxidos de otros metales, como la experiencia más tarde lo ha demostrado completamente.

Tan inesperados como sorprendentes descubrimientos hicieron tal sensacion en el mundo científico, que el Instituto de Francia, estimándolos en toda su trascendencia, y juzgándolos con la imparcialidad que acompaña y distingue siempre á los hombres que rinden un verdadero culto á las ciencias positivas, no titubeó en proponer á Napoleon I, que Davy merecia el gran premio que habia ofrecido al que hiciera la mejor aplicacion de la electricidad galvánica; y el moderno César, con gran gloria suya, no obstante la guerra encarnizada que entonces separaba á los dos paises, y estaba fomentada por odios seculares de todas clases, acató el fallo del Instituto, concediendo el premio que se le proponia en favor de un hijo de su eterna rival. El Instituto hizo más en favor de Davy, y fué nombrarle individuo de su seno; nueva y señaladísima distincion, que demuestra, y más en las circunstancias en que se hizo, que los hombre científicos están muy por encima de lo comun de las gentes, y que el mérito verdadero y positivo es realmente cosmopolita, y como tal tiene por patria el mundo entero.

presarnos, á recobrar su estado primitivo ó anterior á la combinacion, denominados electro-positivo el uno y electro-negativo el otro, segun que al someter el compuesto á la accion electrolítica de la pila, se dirijian respectiva-

Los descubrimientos que nos ocupan fueron tan bien acogidos, porque eran la confirmacion de muchas ideas previstas por Lavoisier, coronando, si así podemos decirlo, el edificio que este químico, tan grande como infortunado, habia dejado en los cimientos. Pero Davy no se contentó con el solo descubrimiento de los nuevos radicales que acababa de hacer, sino que hizo de todos y de cada uno de ellos un estudio tan detenido y completo, que sus sucesores, al repetirlo, no han hecho más que confirmarlo en todas sus partes. La demostracion de que el potasio era el más electro-positivo de los metales y el oxígeno el más electro-negativo de los metaloides, hecha por Davy, puso en manos de sus sucesores un agente tan poderoso como inesperado, con cuyo auxilio pudieron descubrirse más tarde, eliminándolos de sus combinaciones con el oxígeno, muchos otros radicales que, sin el previo descubrimiento de dicho potasio ó del sodio, probablemente aún desconoceríamos; tales son el *boro*, el *silicio*, el *aluminio*, etc.

Sometiendo el mismo potasio á la accion del ácido clorhídrico puro y seco, demostró que tenia lugar la formacion de un cloruro, quedando el hidrógeno eliminado. Este nuevo descubrimiento demostró el error en que estaban los químicos franceses, sus coetáneos, acerca de la naturaleza del ácido clorhídrico indicado y del cloro mismo, pues en general admitian con Lavoisier, que el oxígeno era indispensable para la formacion de los ácidos todos, y por consecuencia que en las sales que formaban, se necesitaba de una base óxidada para la formacion de dichas sales. Demostrando Davy que el ácido clorhídrico no tenia oxígeno, y que el cloruro de potasio que se producía por su accion sobre el potasio, era igual al que resulta cuando este metal se combina directamente con el cloro seco y puro, probó al mismo tiempo que el hidrógeno puede enjendrar ácidos á la manera que el oxígeno, y que hay sales tambien que carecen de este. De aquí resultaron naturalmente los dos grandes grupos de *oxácidos* y de *hidrácidos*, y tambien las sales *haloideas* y las *anfideas*.

Así fué como se modificó profundamente por primera vez el sistema de Lavoisier, que permanecia intacto hacia unos treinta años, pero, no obstante el empeño de sus compatriotas en sostenerle en todas sus partes, eran tan óbvios y concluyentes los trabajos de Davy, que algunos de los más distinguidos entre los químicos franceses, tales como GAY-LUSSAC y THENARD, desde 1812 aceptaron las modificaciones de su ilustre rival del otro lado del Canal de la Mancha, lográndose de este modo que desde 1820 en adelante lo fueran igualmente por la generalidad de los químicos del mundo.

Entre las importantes aplicaciones que, además de las indicadas, hizo de la corriente eléctrica que se desarrolla por el simple contacto de dos metales distintos, debemos citar la que tiene por objeto poner á cubierto el cobre con que se forran los buques, de la accion destructora del agua del mar; pues si

mente al catodo ó al ánodo de la misma. De este modo fué como nació, y con muy sólidos motivos por cierto, el sistema electro-dualista, que ha imperado exclusivamente muy cerca de treinta años en la química.

bien no resolvió por completo este problema industrial, señaló al ménos á los físicos y á los químicos el camino por el cual se le dará, á no dudarlo, una solución satisfactoria, como lo demuestran los repetidos y bastante plausibles resultados que de vez en cuando se van obteniendo, y dejan augurar un resultado tan completo como necesariamente indispensable, así para la más larga duración de dicho cobre, como para la del hierro de los buques acorazados, de una vida poco ménos que efímera en el día.

Dejando á un lado los importantes trabajos que hizo sobre el azufre, el fósforo, el fosforo trihidrico espontáneamente inflamable, los compuestos oxidados del cloro, etc., etc., que no pueden tratarse en una nota con el detenimiento que se merecen, así como sobre el electro-magnetismo luego que le dió vida *Ærsted*, diremos, para concluir, unas breves palabras sobre sus escritos en punto á los que se refieren á la química. Los primeros que del mismo se conocen, los publicó en 1799 como colaborador de la revista que con el nombre de *Contributions to physical and medical Knowledge (Tributos á los conocimientos de física y medicina)*, publicó el *Dr. Beddoes*, que tuvo una breve duración. Más tarde publicó también algunos trabajos en el *DIARIO DE NICHOLSON*. Desde 1801 dió la preferencia á las *TRANSACCIONES FILOSÓFICAS (Philosophical Transactions)* para publicar sus descubrimientos, de donde los extractaban los demás periódicos. Aparecieron también algunos trabajos originales de Davy en varios diarios científicos franceses, tales como el *JOURNAL DE PHYSIQUE*, los *ANNALES DE CHIMIE* y los *ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE*.—Como trabajos ú obras impresas por separado publicó en 1800 sus *Researches Chemical and philosophical, chiefly concerning nitrous oxide and its respiration* (Investigaciones químicas y filosóficas referentes al óxido nitroso sobre todo y á su respiración), que fueron traducidas al alemán en 1812, que sepamos, en las cuales hace importantes observaciones sobre la respiración en general. En 1802 publicó un extracto ó resumen de un curso sobre sus lecciones de química, dadas en el Instituto Real de la Gran Bretaña (*A Syllabus of a course of lectures on Chemistry, delivered at the Royal Institution of Great Britain.*) Desde 1810 á 1812 dió al público sus elementos de filosofía química (*Elements of chemical philosophy*), traducidos al francés en 1813, al alemán en 1814, y segunda vez al francés en 1816. Esta obra, más bien que una filosofía química, es un tratado de química por el estilo de todos los que datan de últimos del siglo pasado y primeros del actual, donde se trata un poco de física y de historia natural y mucho de química, ajustada esta parte á sus trabajos particulares. En 1813, en fin, publicó sus elementos de química agrícola (*Elements of agricultural chemistry*), traducidos al alemán en 1814 y al francés en 1819. Después de su muerte, todas las obras y escritos de Davy fueron reunidos en una sola por su hermano Juan, que también lleva un nombre distinguido en química

Durante este largo período, su fundador y mantenedor no hizo más que completarle y perfeccionarle en todos los terrenos. Hay que leer detenidamente sus obras y la colección de sus veintisiete anuarios, para admirar á la vez su génio y su incansable laboriosidad, empleados en concluir y retocar el edificio que acababa de levantar á la química moderna, á fin de alojar en él cómoda y simétricamente los nuevos cuerpos que se engendraban y adquirirían robusta existencia en su propio laboratorio, y en el de la pléyada de jóvenes químicos que al mismo concurrían de todas las partes del mundo para inspirarse del génio de su fundador, y familiarizarse en la manera de emprender y llevar á buen término los trabajos indispensables para hacer progresar á la ciencia (1).

(1) Jacobo BERZELIUS nació en 1779 en Wafnersunda, cerca de Linkoping (Gócia oriental), en cuyo segundo lugar vivía su padre, y era maestro de escuela. Ignoramos dónde y con qué provecho hizo sus primeros estudios, si bien debemos suponer fueran muy aprovechados y brillantes, á juzgar por los que del mismo conocemos en la facultad de medicina, y particularmente en química, que ya en 1796 seguía en la universidad de Upsal. Tres años despues, ó sea en 1799, como prueba de su aprovechamiento en estos estudios, obtuvo la direccion de los baños de Medevi, donde emprendió su primer gran trabajo químico sobre el análisis de los diversos manantiales de este establecimiento de curacion, que reunió y dió á conocer en su primer acto académico, sostenido públicamente en 1800; de cuyas resultas en 1801 obtuvo el grado de Bachiller, y á los pocos meses el de Licenciado en medicina. En 1802 sostuvo otra disertación pública sobre el galvanismo, y en su consecuencia se le confirió el grado de Doctor en su facultad.

Tan señalados eran ya entonces sus conocimientos en química, que á ellos debió el poderse establecer en Stockolmo, siendo nombrado profesor adjunto ó agregado de química y farmácia en la escuela de medicina de dicha capital, en donde dió al propio tiempo lecciones públicas de química, que tuvieron una grande aceptación y concurrencia. Siendo la pobreza su patrimonio, solo del trabajo podia esperar alguna mejor fortuna. Por esto le vemos luego aceptar, en 1803, la plaza de médico en el establecimiento de aguas minerales artificiales de Werner, que por sus especiales conocimientos de química puso en un estado muy floreciente, y dos años despues (1805) otra plaza de médico para la asistencia de los pobres de la ciudad. En 1806 fué nombrado profesor de química en la escuela militar de Carlberg, y en 1807 profesor numerario de química y

Hábil y consumado artífice, examina bien y elije mejor los materiales todos que entran en su edificio. Así le vemos clasificar los átomos de que se componen los cuerpos, en órdenes ó grupos distintos y peculiares, segun sea menor ó

farmácia en la escuela de medicina. En este año se asoció con muchos otros de sus colegas, y fundó la Sociedad de los médicos suecos; el siguiente ingresó como individuo en la Academia de Stockolmo, que en 1810 le nombró su Presidente, y señaló una suma anual para poder continuar con mayor desabogo sus investigaciones científicas. Por este mismo tiempo ingresó como Asesor en el Colegio médico sueco. Cuando el advenimiento al trono del rey CARLOS JUAN (1818), fué elevado al estado noble, con el permiso de poder conservar su nombre, gracia que para semejantes casos rara vez se concede en Suecia. El propio año de 1818 la Academia de Stockolmo le nombró su Secretario perpetuo. En 1832, despues de treinta años de servicio no interrumpido, dió su dimision de profesor de la Escuela de medicina; pero el rey le nombró Profesor honorario benemérito (*Professor emeritus honorarius*) del propio establecimiento, y cuando se casó en 1835, le elevó á la dignidad de BARON.

Si bien se retiró del profesorado, no por esto abandonó el laboratorio, donde continuó aún por algun tiempo esclareciendo los puntos más oscuros de la ciencia en tanto que su salud se lo permitió. Abandonándole esta por grados, y no permitiéndole ya ocuparse en los trabajos de laboratorio, se concretó á los de gabinete, y consagró esclusivamente á redactar la última edicion de su gran tratado de química, que por desgracia dejó incompleto, así como á la de su *Anuario*, cuyo último número comprende los descubrimientos de 1846, y á dirimir las discusiones científicas; siendo por bastante tiempo el árbitro de las que surjian entre los químicos más distinguidos del mundo, que en general aceptaron sus fallos sin ulterior observacion ni protesta. Su padecimiento principal consistia en dolores nerviosos de la cabeza, que ningun régimen de vida moderaba. Luego empezó á quejarse de la falta de los sentidos, sobre todo de la vista, y despues de debilidad ó falta de memoria, achaques que con frecuencia son propios de las personas de gran talento, y que le han ejercitado con perseverancia. Al fin, despues de una larga y dolorosa enfermedad, falleció en Stockolmo el 7 de agosto de 1848, contando casi sesenta y nueve años.

Durante su larga vida científica, entabló y conservó relaciones con los hombres más distinguidos en la ciencia, por escrito unas veces y otras por medio de los viajes científicos que hizo. Así en 1813 viajó por Inglaterra, en 1819 por Alemania y Francia, en 1822 por Bohemia, en 1830 estuvo segunda vez en Alemania, volviendo á ella en 1835 para asistir al Congreso de los naturalistas alemanes que se reunió en Bonn (Prusia), etc.

La Direccion de las fábricas de hierro de Suecia le demostró su agradecimiento por los servicios que prestó á este ramo de la metalurgia, la principal fuente de riqueza de su país, señalándole una pension; su rey le llenó de condecoraciones por sus servicios especiales; muchos monarcas extranjeros le

mayor la complicacion que se advierte en el grupo respectivo. En los cuerpos simples de una misma especie, como es consiguiente, no ve más que reuniones de átomos de la misma naturaleza física y química. Su primer agru-

honraron tambien con cruces meritorias; varias academias igualmente extranjeras, la de Madrid una de ellas, se creyeron honradas colocando su nombre en la lista de sus correspondientes.

Nadie ha poseido un espíritu tan investigador, ni hecho los progresos ó adelantos que Berzelius en los diferentes ramos de las ciencias naturales en que se ocupó. Como investigador, como colector, como escritor y como maestro ó profesor, nadie ha hecho adelantar tanto como él á la química. De su escuela y laboratorio salió la pléyada de químicos que, como los Ch. Gmelin, Mitscherlich, los hermanos Enrique y Gustavo Rose, Wöhler, Magnus, Arfvedson, Nordenkiöld, Mosander, y otros muchos que sería interminable enumerar, han continuado la obra del gran maestro, y contribuido poderosamente con sus propios trabajos y con los de sus alumnos, á completar el gran cuadro de la ciencia actual.

Berzelius era en su trato para con sus buenos alumnos, más que un maestro, un amigo, y un amigo cariñoso como un buen padre. Habiendo tenido ocasion de conocer á varios de ellos, como los prusianos Mitscherlich, Rose hermanos y Magnus, profesores de la universidad de Berlin, nunca les oimos pronunciar el nombre de su maestro sin demostrar el mayor respeto, y hasta cierta veneracion hácia el que les inició en el arte de interrogar á la naturaleza y de arrancarle algunos de sus secretos.

El mérito de este hombre verdaderamente extraordinario, se comprenderá mejor cuando recordemos que, siendo pobre y viviendo en un país poco ménos que aislado del resto de Europa, y más aún por los revueltos tiempos en que inauguró su esplendente carrera, hubo de acomodarse á los limitados medios de que podía disponer, supliendo con su infatigable trabajo y rara habilidad en todo lo que emprendia, la ingratitud de la fortuna. Así le vemos trabajarse él mismo todos los objetos de vidrio soplado que necesitaba, cuyo arte aprendió de un italiano, que por su fortuna recorrió su país, y se ganaba la vida trabajando el vidrio al candilón; habiendo adquirido tan rara habilidad en este trabajo, que llegó á ser maestro en el mismo: «*Er war Meister im Glasblasen,*» como dijo muy oportunamente E. Rose, su biógrafo, ante la Academia de ciencias de Berlin (*); con lo cual, no solo se pudo hacer los pequeños aparatos que ya entonces se conocian y son de uso diario en los laboratorios, sino que inventó otros muchos, encaminados á simplificar y mejorar el trabajo que con aquellos se obtenia. Ahí están en prueba de ello los frascos lavadores de efecto conti-

(*) *Gedächtnissrede auf Berzelius, von Heinrich Rose. S. 19. Berlin, 1852. Bei Georg. Reimer.*

pamiento formará una molécula ó una partícula, y de la reunion de estas tomará origen un cuerpo, que tendrá una forma determinada ó carecerá de ella, segun las condiciones bajo las cuales la atraccion molecular se habrá cum-

nuo que ideó, y le sirvieron grandemente para muchos de sus trabajos, etc., etc. Hizo desaparecer la gran fragilidad de los aparatos de vidrio que tienen tubos de union, inventando los de goma elástica, de que tanto partido sacó más tarde el Baron de Liebig al inventar los nuevos métodos que hoy seguimos para el análisis elemental en química orgánica, y los demás químicos al idear muchos aparatos con que posteriormente se ha enriquecido el material de nuestros laboratorios. A él debemos la introduccion de los pequeños crisoles de platino en los trabajos de análisis química, en los cuales se pesan inmediatamente los productos que se obtienen, impidiendo de este modo en lo posible que tomen agua del aire; el que contribuyese poderosamente á perfeccionar las balanzas de gran sensibilidad que necesita dicha análisis; la lámpara de alcohol de doble corriente que lleva su nombre, modificada más tarde por Mitscherlich y Liebig, usada de continuo en los trabajos más delicados de nuestros laboratorios, cuando no se dispone de los nuevos mecheros de Bunsen, en que se quema el gas del alumbrado en lugar del fuego de carbon, único y exclusivo combustible que se empleaba cuando emprendió sus trabajos (*); el papel de filtros que también lleva su nombre y el de *sueco*, para el análisis, habiendo aconsejado para su fabricacion el uso de las aguas purísimas que en algunos puntos de Suecia brotan en el granito, y apenas dejan residuo alguno fijo por la evaporacion, siendo por consiguiente insignificante el peso de las cenizas de los filtros que con él se hacen, el cual sin embargo siempre descontaba en sus trabajos; el que despues de haber adquirido estos nuevos medios de trabajo, redujese la cantidad de sustancias ó materias que en su tiempo se tomaba de ordinario para las análisis, y era, segun los consejos de Klaproth, de unos cinco gramos cuando ménos, á tres ó dos de estos, y á veces todavía ménos, con gran economía de materiales y tiempo, y no ménos exactitud en los resultados del trabajo; el que teniendo una pequeña forja en su lámpara de doble corriente, y por lo tanto un medio seguro y expedito de producir grandes temperaturas, y trabajando con pequeñas cantidades de los cuerpos con tanta y mayor exactitud que cuando se tomaban otras mayores, sacara el laboratorio del químico de los sótanos, donde de ordinario se encontraba á la manera que el de los alquimistas, y lo estableciera en sitio ménos húmedo, y más iluminado y abrigado, y por consiguiente más cómodo; á Berzelius se deben, en fin, nuevos embudos, pipe-

(*) *En nuestro viaje por el extranjero durante el verano de 1861, hemos visitado el laboratorio de una de las circunscripciones mineralógicas del vecino Imperio, donde no se empleaba todavía más que el fuego de carbon para todos los trabajos analíticos.*

plido. Pero cuando los átomos de dos cuerpos simples gozan de libertad y estan en presencia unos de otros, como cada uno de ellos se halla en un estado electro-polar distinto, al momento tiene lugar su combinacion, reuniéndose na-

tas, vasos de precipitados y un sin fin de otros medios de trabajo desconocidos hasta su tiempo, y que sus sucesores han empleado grandemente en las continuas y delicadas tareas de laboratorio; mereciendo especial mencion las múltiples reformas que introdujo en el uso del soplete, que en sus manos privilegiadas se convirtió en un instrumento de alta precision y en un verdadero laboratorio portátil, habiendo escrito un libro especial para su manejo, y libro que aún se consulta con provecho al lado del de PLATTNER, que es quien llevó á mayor perfeccion este instrumento, hasta el punto de emplearle en multitud de análisis cuantitativas, como las del plomo, estaño, plata, oro, níquel, cobalto, etc., con más facilidad y no ménos exactitud que trabajando por la via húmeda.

No es fácil tarea la de condensar en breve espacio el gran cúmulo de trabajos particulares que la ciencia debe á Berzelius. Limitándonos á los más notables, debemos observar, que asociado con HINSCHEK inauguró su carrera científica estudiando con gran detenimiento el modo de obrar del aparato que nació con nuestro siglo, y tantos progresos ha hecho dar á la química y á varias artes que con ella se relacionan: la pila de VOLTA. Ocupábanse en esta tarea todos los hombres de algun valer que se dedicaban al estudio de las ciencias naturales; pero, á decir verdad, nadie lo hizo con el aprovechamiento que él, de quien puede decirse sin exajeracion, que, cual nuevo Teseo, se apoderó del hilo de Ariadna para sondear con acierto el laberinto en que estaban todos los sábios de su tiempo respecto de la pila. Demostró, en efecto, que las sustancias que quedan libres ó se reunen en un electrodo por la accion electrolítica, concuerdan con otras varias analogías; que se dirijen al *catodo* todos los cuerpos combustibles, los álcalis, las tierras, y al *anodo* los ácidos y los cuerpos fuertemente oxidados. Demostró más, y fué que un mismo cuerpo ó elemento se reúne ó acumula en uno ó en otro de los dos electrodos, segun sea la combinacion de que procede; que el nitrógeno del ácido nítrico, por ejemplo, se reúne en el *catodo*, al paso que el propio nitrógeno del amoniaco se reúne en el *anodo*, quedando así probado que la funcion electro-química de un elemento ó cuerpo que toma parte en las combinaciones, nunca es absoluta, y que depende más bien de la naturaleza de los otros factores de la combinacion; que el nitrógeno en el primer caso es factor electro-positivo, al paso que en el segundo lo es electro-negativo. Estas deducciones, que los trabajos posteriores no han hecho más que confirmar, y que por lo mismo aún subsisten en el día, las dió á conocer en 1803 en el *Nuevo diario general de química* de GEHLEN. Cuando tres años más tarde Davy publicó sus importantes trabajos sobre la pila, en nada alteró los hechos fundamentales descubiertos con prioridad por Berzelius, segun observa muy oportunamente PFAFF al trasladar al diario de Gehlen los trabajos del célebre inglés, que parece ignoraba los del químico sueco; bien que no nos sor-

dichos, formando las variadas combinaciones oxidadas subsiguientes, son patentes ejemplos de los átomos de que tratamos. Estos átomos de primer orden, si se encuentran en circunstancias favorables á la combinacion, se reunirán á

de hierro y de amoniaco. Demostró tambien, al fin, que el hierro colado nada contiene de ácido silícico, como se creía, sino más bien el radical del mismo, ó sea el sílicio.—A este importante trabajo, que echaba por tierra todo lo que se conocía sobre la constitucion del hierro colado, y á muchos consejos que dió sobre la industria ferrera, debió el premio que le concedió la Direccion de las fábricas de hierro, segun ya queda indicado.

Pasado el primer decenio de este siglo sobre todo en los trabajos que acabamos de mencionar, emprendió muy luego uno que por sí solo basta para probar la rara habilidad de un hombre, su constancia é incansabilidad en el trabajo, y para adquirir una fama imperecedera: tal fué el que tuvo por objeto la determinacion de los pesos atomísticos y de los equivalentes, en que estriba todo el edificio de la química actual. Es cierto que existian ya en su tiempo hacinados trabajos importantes, y hasta enunciadas algunas leyes que explicaban las deducciones principales que podian servir grandemente para el establecimiento de los mencionados pesos atomísticos; es cierto que contaba con los trabajos inolvidables de Bergman, Kirvan, Wenzel, Richter, Higgins; es cierto que habia aparecido el génio de Lavoisier, y tenido lugar la discusion tan viva como luminosa entre Berthollet y Proust, sobre la proporcionalidad y constancia de los factores de los compuestos; es cierto que ya habia parecido el *Nuevo sistema de las ciencias químicas de Dalton*, donde se aceptaron y corroboraron con nuevas pruebas las ideas de Proust sobre la constancia y fijeza de las cantidades de los cuerpos ó factores que entran en un compuesto: esto no obstante, Berzelius repite los trabajos más fundamentales de sus predecesores; idea y lleva á cabo otros exclusivamente suyos, que le permiten sacar deducciones distintas, y modificar esencialmente las leyes que hasta su tiempo se tuvieron por exactas; lo ordena todo bajo su punto de vista, y crea en consecuencia el primer sistema atómico completo, que expone en tablas publicadas por primera vez en 1818, donde aparece la composicion calculada de cerca de dos mil cuerpos, que en su mayor parte habian sido analizados por él mismo!!! Estas tablas, en cuya rectificacion y aclaracion trabajó todo el resto de su vida en tanto que tuvo salud para ello, son las mismas que sirven en la actualidad, salvo ligeras modificaciones introducidas por el mismo Berzelius ó por sus sucesores; habiéndolas rectificado oportunamente en lo que toca al valor de los equivalentes de varios cuerpos cuando es distinto del de su peso ó valor atomístico. Así rectificadas y completas se encuentran en el tomo cuarto de la quinta edicion de su gran *Tratado de química*, que por desgracia dejó por concluir.

A la vez que estas tablas, creó este gran génio el sistema simbólico ó abreviado, para representar á los cuerpos y las reacciones que presiden á su formacion. No eran á la verdad del todo nuevos los símbolos en la química, pues ya habian introducido algunos los alquimistas primero, y despues Geoffroy en 1718,

su vez entre sí por la misma razón que se reúnen los elementos, tomando origen entonces los *átomos de segundo orden*. Formaríanse estos también por el concurso de un átomo de primer orden y de otro elemental, siendo las cir-

Bergman en 1780, Adet y Hassenfratz en 1788, habiendo sido presentado y recomendado el sistema de los últimos ante la Academia de ciencias de París por Lavoisier, Berthollet y Fourcroy en el momento de su aparición; pero á pesar de tan ilustre protección, jamás este sistema, hijo del capricho como los anteriores, fué aceptado por la generalidad de los químicos. Mejor que todos los conocidos era sin duda alguna el que publicó Dalton en 1808 con su *Nuevo sistema de filosofía química*, en el que los símbolos se subordinan á las exigencias del sistema atómico de su autor; pero esto no obstante, Berzelius le sometió á principios y reglas fijas, fundando un sistema simbólico que poco á poco mereció la aceptación universal, á pesar de la oposición injustificada que encontró en algunos países, sobre todo en Inglaterra.

No bastaba para el claro y perfecto desenvolvimiento de la ciencia lo que acabamos de mencionar: faltaba el tecnicismo del lenguaje que debía usarse para la emisión concisa y breve de las ideas que se representaban con el doble sistema atomístico y simbólico. Berzelius proveyó á esta necesidad fundando su *nomenclatura*, superior con mucho á las que se empleaban en su tiempo, inclusa la francesa, que nació con los memorables trabajos de Lavoisier. Dicha nomenclatura, recibida con cierta prevención al principio, sobre todo en Francia é Inglaterra, ha concluido por ser aceptada por la inmensa mayoría de los químicos de todo el mundo.

Con el descubrimiento del *selenio*, demostró Berzelius una vez más su rara habilidad en el trabajo. Apenas disponía de unos quince gramos de materia, de la cual perdió una buena parte por el descuido de un criado; esto no obstante, hizo una monografía completa del nuevo cuerpo, que con razón se ha comparado con la del yodo, hecha unos años antes por Gay-Lussac; pero con la notable diferencia que del yodo se habían ocupado ya los primeros químicos, Davy entre ellos, y que se poseían grandes cantidades del mismo.

Por el propio tiempo, y trabajando en el laboratorio de Berzelius bajo su dirección, descubrió ARFVEDSON el *litio*, cuyo descubrimiento en rigor corresponde al gran maestro.

Un trabajo de gran monta para este es el que hizo sobre los cianuros, que cuentan el hierro entre sus factores. Los más de los químicos de la época habían estudiado la manera de ver de su descubridor Gay-Lussac, conviniendo en general, no obstante los encontrados resultados que en sus investigaciones obtenían, en que el hierro formaba una parte esencial del ácido en estas sales, y en que su base era oxidada. Berzelius demostró bien pronto que en ellas ni había ácido prúsico ó cianhídrico, ni oxibase alguna, sino que eran más bien el resultado de la combinación de un cianuro de hierro con otro cianuro alcalino. Hizo extensivo luego este modo de ver á los sulfocianuros, y demostró en seguida que estaban compuestos de un metal, azufre y cianógeno, constituyendo

cunstancias favorables á su combinacion. Así, el óxido de potasio combinándose con el ácido sulfúrico para formar el sulfato de potasa, como el cianógeno cuando con el potasio forma el cianuro del mismo, dan ejemplos palmarios de

los dos últimos un nuevo radical compuesto, que más tarde apellidó *rodan*, y *rodanuros* por consiguiente á los sulfocianuros, y que en estos no existía ni el ácido cianhídrico, ni oxibase alguna, como por los más se creía.

Su espíritu generalizador le llevó más allá todavía. Aun cuando Davy habia sostenido que el cloro era un cuerpo simple ó elemental, la generalidad de los químicos le consideraba como compuesto de oxígeno y de un radical aún no aislado. Berzelius sostuvo esta opinion, contraria á la de Davy, por mucho tiempo; y su autoridad, muy respetada en Alemania, hizo que la mayoría de los químicos de este país la defendiera sin abrigar la menor duda. Pero, viendo la analogia de los cianuros con los cloruros, que los dos géneros de sales las formaban dobles, y no teniendo Berzelius la menor duda sobre la falta de una oxibase en los primeros ó en los cianuros, emprendió nuevos trabajos para determinar la verdadera naturaleza del cloro; habiéndole conducido á reconocerle como á un verdadero elemento ó cuerpo simple, y á negar en sus compuestos salinos la existencia de toda oxibase, como hasta entonces habia sostenido, y con él todos los que seguian su escuela. Prueba elocuente de que el exajerado amor propio que ciega en general á las medianías, se convierte en amor puro de la ciencia y de la verdad en los génios como Berzelius.

De no ménos trascendencia fue el estudio que hizo de los sulfuros alcalinos obtenidos por la via seca, tratando los óxidos ó carbonatos por el azufre. Berthollet admitia en ellos la combinacion del azufre con el óxido. VAUQUELIN, por el contrario, sospechaba y defendia que el óxido era en parte reducido por otra de azufre, combinándose el metal que se aislaba, con la segunda parte de este, y el ácido sulfúrico procedente de dicha reduccion con la otra parte del álcali, resultando en definitiva un sulfato y un sulfuro más ó ménos sulfurado. Pero Vauquelin no habia demostrado en manera alguna lo que sostenia, apoyado solo en consideraciones teóricas. Berzelius, por el contrario, precisa hechos fundamentales antes de sostener ó aceptar esta teoría. Reduce primero el sulfato de potasa á puro sulfuro de potasio por la sola accion del hidrógeno y el concurso del calórico. Obtiene igual reduccion substituyendo el hidrógeno por los vapores del sulfido carbónico. Obtiene asimismo agua y sulfuro de calcio, sometiendo la cal cáustica y anhidra á la accion simultánea del calórico y del gas sulfido hidrico. Y provisto de estos hechos fundamentales, sostiene luego con razon, que el ácido sulfúrico contenido en la disolucion acuosa del hígado de azufre, procede del que se formó por la accion reductora de una parte del azufre sobre el óxido alcalino, reduccion prévia ó concomitante á la formacion del sulfuro del mismo, y en manera alguna de la descomposicion de una parte del agua en el momento de disolverse en ella el hígado de azufre, como Berthollet suponía.

Al espíritu generalizador de Berzelius no podian escaparse las relaciones

átomos de segundo orden cuando se consideran los que componen el sulfato y el cianuro potásicos que se han formado.—Nacerán los de *tercer orden* de la mútua combinacion de los que acabamos de ver: por ejemplo, cuando se

de analogía que existen entre los sulfuros, cianuros y cloruros. Por esto examinó los sulfuros dobles, como antes ya lo habia hecho con los otros géneros de sales; y despues de haber analizado hasta ciento veinte de los mismos, no titubeó en admitir las *sulfosales*, compuestas de un súlfido ó sulfuro electro-negativo, en que domina el azufre á la manera que el oxígeno en los oxácidos, y de un sulfuro propiamente dicho, básico ó electro-positivo, semejante á la oxibase de las oxisales. Los sulfuros dobles entonces formaban combinaciones semejantes á las de los cloruros, yoduros, bromuros, cianuros, dobles tambien; y más tarde reunió junto á dichos sulfuros dobles ó sulfosales, como hemos dicho, las *seleni* y las *telurisales*, ó sean las combinaciones de dos seleniuros y dos telururos, en que uno de ellos representaba la funcion ó papel electro-negativo y el otro el electro-positivo.

Del propio modo que las combinaciones del azufre con los óxidos y los carbonatos alcalinos, todavía dudosas segun los trabajos de los químicos franceses, esclareció la naturaleza del ácido fluorhídrico y la de sus combinaciones, que Gay-Lussac y Thenard habian dejado muy incompletas. Admitiase, segun estos, que era un oxácido el fluorhídrico; pero ya en la tercera edicion alemana de su tratado de química (1826) anunció Berzelius que debia considerarse el ácido en cuestion como un verdadero hidrácido, á la manera que el clorhídrico, y que sus compuestos formaban una série paralela á los del mismo. Los fluatos y los hidrofaluatos, pues, se convirtieron en fluoruros; y estos á su vez, combiniándose entre sí los más con los menos electro-positivos, dieron origen á los fluoruros dobles ó *fluosales*. Y sometiendo varios de estos á la accion del potasio, consiguió aislar el boro, el titano, el *tántalo* y el *zirconio*.

Dispuesto siempre á aclarar los puntos dudosos de la ciencia, habia manifestado repetidas veces su deseo de hacer un estudio especial del platino y de los metales que le suelen acompañar, por cuanto los mismos químicos que se habian ocupado de este asunto, distaban mucho de hallarse satisfechos de su trabajo. Este deseo, manifestado tiempo hacia, pudo satisfacerlo al fin con gran gloria suya y no ménos provecho de la ciencia y de las artes, cuando se descubrieron los criaderos de platino en los Urales (Rusia). Con el platino nativo y con el osmio-iridiuro del mismo, que de dicha procedencia le envió el Señor Cancrin, emprendió un trabajo notabilísimo, que dió el verdadero conocimiento del platino puro y de los metales que le acompañan, tales como el *rodio*, el *paladio*, el *iridio* y el *osmio*.

Poco despues de este trabajo importante acabó de fijar bien la naturaleza de una tierra que ya antes habia encontrado en pequeña cantidad en un mineral de Brevig (Noruega): esta tierra nueva era la *torina*, cuyo radical *torio* aisló, aumentando así el catálogo de los metales térreos.—Estudió mejor que

combinarán los sulfatos potásico y crómico para dar origen al sulfato doble subsiguiente, llamado también alumbre de cromo. Si este alumbre anhidro se combina con el agua para formar el cristalizado, los átomos de este serán á su vez de *cuarto orden*, y así sucesivamente.

SEFRÖM, su descubridor, el vanadio; completó el estudio del telurio, que había tenido que suspender por falta de material á poco de descubrirlo, y material que le procuró WEHRLE en cantidad bastante, después de haberlo obtenido del telururo de bismuto.

En química orgánica encontró que el ácido tártrico cristalizado y el racémico eflorescido tenían la misma composición é igual fuerza de saturación; es decir, que dos cuerpos de igual naturaleza poseían propiedades distintas. Este hecho, que ya antes él mismo había observado en el óxido ó ácido estánnico, Faraday después en algunos carburos de hidrógeno, Klarke en el ácido fosfórico, etc., fué motivo de que fundase el *isomorfismo*, del que más tarde hizo nacer la *polimeria* y la *alotropia*, que tanto han contribuido á facilitar el estudio de los diversos agrupamientos moleculares de los cuerpos.

Su último trabajo de laboratorio fué el estudio de los meteoritos. Le emprendió con uno que acababa de caer en la Moravia, y le había sido enviado por Reichenbach; pero luego estudió otros tres, y además dos hierros meteóricos. De su trabajo dedujo, que están formados de cuerpos ó factores que encontramos en la tierra. Solo en un meteorito que había caído en Alais, encontró carbono en una combinación indeterminada: este meteorito por la acción del agua se deshizo en una especie de tierra, que despedía el olor de la arcilla y del heno. El agua y los álcalis no disuelven de los meteoritos cosa alguna que recuerde su origen orgánico; pero por su destilación seca obtuvo ácido carbónico, agua, y una materia sublimada de un color pardo-negrusco, y ningún aceite pirogenado, ni tampoco carburo alguno gaseoso de hidrógeno. De donde dedujo, que la sustancia carbonosa que contienen, no es de la naturaleza del *humus* que se encuentra en nuestro planeta. A causa de la pequeña cantidad de la materia sublimada obtenida, no pudo completar su estudio: vió tan solo que sometida á la acción simultánea del oxígeno y del calor, no daba agua ni ácido carbónico, transformándose en un cuerpo blanco insoluble. Como se ve, dejó comprender bien Berzelius, aunque no lo aseguró, que los meteoritos no proceden de nuestro planeta. Esta creencia es bastante general en el día, suponiéndoseles formados por la *materia cósmica*.

La breve exposición de los principales trabajos de Berzelius que acabamos de hacer, prueba de una manera cumplida, como dijimos al principio, que no ha habido hasta el presente, ni es fácil le haya en lo futuro, otro químico que en tan poco tiempo haya enriquecido á la ciencia con los numerosos trabajos que esta le debe, y que la llevaron al estado en que la dejó, cuando la muerte puso término á una vida tan activa, tan honrada, tan incansable, tan inteligente y tan previsora, como lo fué la del nunca bastante celebrado químico sueco.

Estas consideraciones, y otras que llamamos por ser bien conocidas de tan distinguido auditorio, prueban lo minucioso y lógico que era Berzelius al tratar de cimentar bien su sistema. La acción de la pila en particular y la de otros agentes sobre los cuerpos compuestos, estaban acordes con sus resultados sobre esta constitución de los cuerpos en la química inorgánica. Pero Berzelius, generalizando su sistema, le extendió á los productos de origen orgánico. Haciéndose eco de una predicción del desventurado Lavoisier, consignó ya en 1817, en la segunda edición sueca de su tratado de química, «que la diferencia entre los cuerpos orgánicos é inorgánicos consiste, en que en estos todos los cuerpos oxidados tienen un *radical simple*, mientras que el de aquellos es *compuesto*. Los factores de este radical compuesto en los productos de las plantas, debían ser el carbono y el hidrógeno, á los que se asociaba el nitrógeno en los de origen animal....» En este punto le vemos eliminar cuidadosamente al oxígeno de los factores del radical para permanecer constante con su sistema electro-químico. Siendo, en efecto, dicho oxígeno el más electro-negativo de todos los cuerpos, le pone en frente del radical, que á su vez (simple ó compuesto) forma el radical electro-positivo.

La determinación de los pesos atómicos, que ya había llevado á cabo por métodos peculiares suyos, teniendo siempre á la vista la estoquiometría de Richter; la rectificación que había hecho de las ideas de Wollaston, que á la vez se ocupaba en el mismo trabajo; la distinción clara y terminante de lo que debe entenderse por equivalente y por peso atómico de los cuerpos, confundidos por muchos químicos ingleses; la precisión y sagacidad hasta entonces jamás vistas que introdujo en el análisis químico

en toda su extension; la autoridad verdadera y legítima, en fin, que le habia conquistado su gran génio en todo lo que con la química se rozaba, hicieron que las ideas de Berzelius merecieran una general aceptacion. En prueba de ello, bástenos recordar que LIEBIG, á quien por algunos se considera como fundador de la química orgánica, define á esta llamándola simplemente *la química de los radicales compuestos*; y que Dumas, con el talento y sagacidad que caracterizan todos sus escritos, decia en una *nota* que leyó á la Academia de Ciencias de Paris el 23 de octubre de 1837, entre otras cosas: «La química orgánica debe reunir todos los séres formados por cuerpos compuestos que funcionan como los elementos: *en la química mineral los radicales son simples, en la orgánica compuestos; hé aquí toda su diferencia*. Las leyes de combinacion y de reaccion son, por lo demás, las mismas en los dos ramos de la química.» Y más adelante concretaba aún mejor su pensamiento cuando decia: «Tal como la concebimos, la química orgánica nos presenta, pues, unos radicales que gozan el mismo papel que los metales, y otros que se conducen como el oxígeno, el cloro, el azufre, etc. Estos radicales se combinan entre sí ó con los elementos propiamente dichos, y de este modo, obedeciendo á las más sencillas leyes de la química mineral, dan origen á todas las combinaciones orgánicas. Descubrir estos radicales, estudiarlos y caracterizarlos, tal ha sido hace diez años nuestro estudio cotidiano.»

Este completo acuerdo entre dos hombres de la talla de Liebig y Dumas, constituye el más bello triunfo de Berzelius, si se recuerda que solo vinieron á él despues de una viva é interesantísima discusion suscitada á propósito de la constitucion de los éteres, sobre la cual se sostenian

dos opiniones ó teorías distintas, Una de ellas admitía, que en todos los compuestos orgánicos oxidados, y en los éteres por lo mismo, existía un radical compuesto con el cual se hallaba combinado el oxígeno; al paso que la otra sostenía, que las materias en cuestion debían considerarse más bien como el resultado de combinaciones binarias de cuerpos simples, es decir, como reuniones de átomos de primer orden. Mas, terciando Berzelius en el debate, hizo ver que todos los compuestos del éter con los oxácidos y los cuerpos halógenos concuerdan del mismo modo, tal vez mejor, con la teoría que considera á dicho éter como el óxido de un radical orgánico; demostrando que este óxido, á la manera que sus análogos orgánicos, puede unirse con los oxácidos, anhidros todos, y que bajo el influjo de los hidrácidos, el hidrógeno de estos se combina con el oxígeno del óxido, al paso que el cuerpo halógeno lo hace con el radical del óxido orgánico para formar una especie de éter, que se conduce con los éteres formados por los oxácidos como una sal haloidea con una oxisal. Observó, además, que si bien por entonces no se conocían las combinaciones del radical del éter con el azufre y el selenio, debían de existir, lo que la experiencia más tarde comprobó plenamente. Al prohiar la Academia de Ciencias de París la nota de Dumas, no hacía, pues, otra cosa que aceptar lisa y llanamente las opiniones del inmortal Secretario perpétuo de su hermana de Stockolmo.

El triunfo de Berzelius era completo. Sus rivales, y de gran valía por cierto, acataban por conducto del órgano más autorizado que se conoce en el mundo científico, sus opiniones sobre la existencia de los radicales compuestos, y sobre el importante papel que se les hacía representar en la química orgánica. Al lado del cianógeno, radical com-

puesto, que desde 1815 se conocía aislado y representando las funciones de un cuerpo simple, se hicieron figurar muchos otros radicales puramente hipotéticos, que nunca han sido aislados, no obstante los continuos trabajos que para conseguirlo se han hecho por diversos medios y por las manos más experimentadas. Fué, pues, admitido generalmente, que en los individuos químicos procedentes del reino organizado, debían considerarse los elementos que los componen, á la manera que los que estudia la química mineral, formando los más un grupo que recibió el nombre de radical compuesto, con el que se combinaba otro elemento, como el oxígeno, el cloro, etc. De esta manera se aplicaba ó generalizaba á los cuerpos orgánicos la misma constitución que rije ó se admite para los de procedencia mineral, haciendo de cuerpo ó elemento electro-positivo el radical compuesto (binario, ternario ó cuaternario), y representando el papel ó función de elemento electro-negativo el oxígeno, cloro, etc. Así quedaba completa la teoría electro-química.

Pero, no obstante la indisputable autoridad de Berzelius en la materia, pronto surgieron dudas sobre la constitución de los radicales compuestos universalmente admitidos. Uno de sus alumnos predilectos y colaborador no ménos entendido que infatigable en muchos de sus trabajos, fué el primero que modificó esta parte del sistema de su maestro y amigo. Federico WOEHLER, en efecto, profesor de la universidad de Gotinga, estudiando los desdoblamientos que experimenta el ácido benzóico cuando se le somete á la acción de ciertos reactivos, admitió que su radical, el *benzoilo*, estaba formado por un carburo de hidrógeno oxidado; cuya opinion fué luego aceptada y sostenida por otro químico de no ménos valía, que muy pronto tomó

las proporciones de un verdadero atleta en la ciencia, cual era Justo LIEBIG, á la sazón profesor de la universidad de Giessen. Según esto, pues, el oxígeno, el más electro-negativo de todos los elementos, que según Berzelius nunca entraba en el radical, formaba parte de él; siendo este el primer ataque formal que recibió el sistema dualístico en química orgánica.

Por otra parte Dumas, el defensor de los radicales compuestos ante la Academia de Ciencias de París, según hemos visto, les dirigió otro ataque no menos profundo. Repitiendo los experimentos que había publicado Gay-Lussac en 1834 acerca de la acción del cloro sobre la cera, observó que el volumen gaseoso después que la reacción había concluido, permanecía el mismo que antes de empezar; pero como notara que el residuo gaseoso estaba formado de ácido clorhídrico, dedujo naturalmente que el hidrógeno de la cera necesario para la formación de este ácido, había sido reemplazado en ella por su propio volumen de cloro, que se debió alojar en el sitio desocupado por dicho hidrógeno. Igual consecuencia dedujo de la acción del mismo cloro sobre el ácido acético y otros cuerpos, naciendo de aquí la *teoría de las sustituciones*. Pero, como el hidrógeno es uno de los elementos más electro-positivos, al paso que el cloro lo es de los más electro-negativos, la mutua sustitución del uno por el otro, sin que por ello sufriera en lo más mínimo el grupo molecular en que tenía lugar, fué la herida más grave que recibieron los radicales compuestos; como si dijéramos el golpe de gracia; siendo sustituido en consecuencia el sistema dualístico de que eran representantes, por el unitario que hoy impera, en la química orgánica sobre todo.

Roto de este modo el principio de autoridad, protestando

los mismos discípulos de la doctrina del maestro, era natural y lógico que naciese cierta confusión en el campo de la teoría. Dumas, tan entusiasta defensor de los radicales compuestos en un principio, como diligente y entendido demolidor de los mismos más tarde, fué el primero que, después de haber perfeccionado y retocado su teoría de las sustituciones, inventó la de los *tipos*. Los elementos constitutivos del individuo, según esta teoría, están agrupados en un todo que llama *tipo*. Uno de ellos puede ser reemplazado por otro, del todo ó en parte, sin que se destruya el grupo primitivo. El hidrógeno es el primero de los elementos en ser sustituido por otro; pero también pueden serlo el oxígeno y los demás elementos, excepto el carbono; siendo de advertir que el cuerpo que reemplaza al que se elimina, átomo por átomo ó molécula por molécula, podrá ser de muy distinta naturaleza, y hasta de diversa composición, pues unas veces será simple, como el cloro, bromo, yodo, azufre, oxígeno, arsénico, antimonio, etc., etc., y otras compuesto, como el óxido nítrico, el ácido hiponítrico, la imida, la amida, el amoníaco, y muchos otros cuerpos igualmente compuestos. Esta tan varia sustitución de un elemento por un cuerpo de propiedades tan desemejantes, todo lo más que produce, según Dumas, es que el primitivo grupo ó tipo *químico* sea cambiado en otro que denomina *mecánico* ó *molecular*, pero uno y otro forman ó pertenecen á la misma *série*.

LAURENT va más allá que Dumas. No solo admite el grupo constante en los elementos que entran en el individuo químico, sino que da forma al mismo individuo. Dicha forma es la de un sólido regular ó geométrico, en cuya estructura ocupan un cierto y determinado lugar los factores que le constituyen. Podrá uno ó más de estos

ser reemplazado ó sustituido por otro, del todo ó en parte, siendo simple ó compuesto el que le reemplace; pero ocupará en el cuerpo el mismo lugar del reemplazado, permaneciendo por lo mismo inalterable la forma primitiva ó el *núcleo* del cuerpo compuesto. Todo lo más en algunos casos este *núcleo* sufrirá ligeras modificaciones; pero no serán tales que se desconozca ó destruya el núcleo generador ó primitivo, naciendo ó formándose entonces un núcleo *derivado*. Para acomodar todas las combinaciones ó cuerpos que resultan de estas sustituciones, al sistema de los núcleos que inventa, admite además Laurent, que los átomos elementales ó constitutivos entran en ellos en general por números pares; reformando el valor de los pesos atómicos respectivos de manera, que los resultados obtenidos por el análisis, según las hipótesis admitidas hasta la época en que inventó su sistema, concuerden con los que resultaban por el cálculo de los mismos cuerpos agrupados ú ordenados conforme á sus ideas.

Estas estaban, por otra parte, tan bien enlazadas entre sí, el sistema á que obedecían era tan lógico y tan completo, que encontró partidarios de gran valía en todas partes. Así es que las vemos defendidas en Inglaterra por DAUBENY (1), quien en las páginas 202 y 203 de su Introducción al estudio de la teoría atómica, hasta dibuja las figuras, hipotéticas por supuesto, que debían tener algunos núcleos, y marca los sitios que en ellas debían ocupar los elementos constitutivos. En Alemania encontramos el gran tratado de química de L. GMELIN, como si dijéramos el Berzelius alemán, redactado en la parte que se ocupa de

(1) *An introduction to the atomic Theory by Charles DAUBENY, professor of chemistry and of botany in the university of Oxford; second edition. Oxford at the university press. MDCCL.*

química orgánica (1) conforme en un todo á las ideas de los núcleos y de las séries, empezando estas en el núcleo primitivo ó fundamental, el *Stammkern*, y continuando los derivados en todas sus modificaciones, ó sean los *Nebenkerne* y los *abgeleitete Kerne*; siendo de advertir, que habiendo tenido Gmelin la desgracia de morir antes de acabar la cuarta edicion de su obra verdaderamente monumental (2), y cuando solo habia publicado el tomo segundo de la misma, que comprende los núcleos que contienen doce átomos (3) de carbono, sus continuadores los doctores LIST y KRAUT (Carlos ambos), han conservado ó respetado el mismo plan en el tercer tomo, publicado en 1859, que comprende los núcleos que cuentan 14, 16 y 18 átomos de carbono; y el Doctor Kraut solo ha hecho lo propio en el cuarto tomo, comprensivo de los núcleos en que el carbono vá en aumento siempre por números pares, y en la actualidad sigue el propio sistema en los apéndices ó suplementos á este gran libro, donde coloca en sus séries respectivas todos los nuevos cuerpos que la química orgánica continúa é incesantemente va descubriendo. Francia en un principio solo nos presenta un partidario decidido de las ideas de Laurent, pero partidario entusiasta, y trabajador tan inteligente como incansable: GERHARDT. Compañero de Laurent en sus trabajos fundamentales, y dominando por completo el sistema de su amigo, no solo acepta por de pronto, sino que

(1) *Handbuch der organischen Chemie von Leopold GMELIN. Vierte bearbeitete und vermehrte Auflage. Heidelberg. Universitäts Buch-handlung von karl. WINTER.* Tomo 1.º en 1848. Tomo 2.º en 1852.

(2) Falleció Gmelin en la primavera de 1853.

(3) Gmelin en todos los cálculos da por peso al átomo del carbono el número 6, tomando el hidrógeno por unidad; segun lo cual, llama *átomo* á lo que por la generalidad de los químicos se denomina *equivalente*: lo propio han hecho sus continuadores.

más tarde lo amplia y perfecciona, y él solo lucha á brazo partido con todos los químicos oficiales, si así podemos expresarnos, que combatian las nuevas ideas, consiguiendo que al fin las acepten con leves reformas todos los que en el día llevan un nombre distinguido en la ciencia. Los WURTZ y los BERTHELOT, en efecto, que podemos considerar como los gefes del progreso de la química en el vecino Imperio, si bien lo miramos, no hacen más que continuar desarrollando los principios de Laurent y de Gerhardt, ambos arrebatados á la ciencia en edad temprana, en lo que toca al modo de concebir la formacion de los individuos químicos. Lo propio puede decirse con leves modificaciones respecto á los ingleses representados dignamente por los DAUBENY, los HOFMANN (1), los WILLIAMSON, los PERKIN, los ODLING, y tantos otros que sería largo memorar.

Ora se le llame núcleo, primitivo ó derivado, ora tipo, ora, en fin, radical, la idea hoy día dominante en la ciencia para concebir la formacion de los cuerpos, admite siempre un conjunto ó agregado de átomos ó moléculas, elementales ó compuestas, en que entran dos por lo ménos, las cuales, por dobles descomposiciones ó por meras sustituciones, dan origen á los diversos cuerpos que de su mútua reaccion pueden enjendrarse. En los mismos cuerpos simples y las acciones que ejercen entre sí los cuerpos inorgánicos, encontramos hechos incontestables en apoyo de esta opinion.

(1) Aleman, discípulo predilecto de Liebig, que por recomendacion especial de este, obtuvo una cátedra de química en Londres, donde ha hecho los trabajos más importantes que de él se conocen. Por invitacion especial del rey de Prusia ha aceptado, hace unos dos años, la cátedra de química que quedó vacante en la universidad de Berlin con la muerte de Mitscherlich; pero en Londres, haciendo justicia á su gran mérito, se le ha reservado el derecho de volver á profesar allí siempre que lo tenga por conveniente.

Es sabido, en efecto, que el ácido clorhídrico no ataca al cobre en las circunstancias ordinarias, cual lo hace con varios otros metales, siendo impotente por lo mismo el cobre para sustituirse al hidrógeno de dicho ácido, formando un cloruro de cobre con desprendimiento del hidrógeno. Pero es sabido igualmente, que si el ácido clorhídrico se hace reaccionar sobre el hidruro de cobre, entre estos dos cuerpos binarios tiene lugar una de las reacciones más enérgicas, de que resulta por un lado el cloruro de cobre y por el otro hidrógeno libre. Este, sin embargo, estaba antes combinado respectivamente con el cloro del ácido y con el cobre del hidruro, y si el cobre solo no ha podido eliminar el del ácido, ménos se concibe que lo haga cuando el mismo se halla en estado de hidruro, si no media ó ayuda la reaccion una afinidad ó fuerza de combinacion entre el hidrógeno de este doble origen. Mas, si se admite que el hidrógeno en estas dos combinaciones binarias se halla en diverso estado electro-polar, siendo negativo en el hidruro y positivo en el ácido, entonces se concibe sin dificultad su tendencia mútua á combinarse y eliminarse en estado de hidrógeno neutro, si así podemos expresarnos; siendo esta tendencia un agente que favorece la formacion del cloruro de cobre, y la demostracion de que el hidrógeno libre queda formado ó constituido por un doble átomo ó molécula del mismo.

Preséntanos la ciencia otros varios hechos no ménos evidentes, que demuestran que en los cuerpos simples debemos considerar siempre sus átomos ó moléculas como las acabamos de ver en el hidrógeno. Desde la formacion de la química neumática se sabe, por ejemplo, que el oxígeno y el nitrógeno se combinan con suma dificultad bajo la accion de repetidas descargas eléctricas; pero ya CAVENDISH ob-

servó primero que nadie, que dicha combinacion es manifiesta y pronta, dando como resultado el ácido nítrico, si se halla presente un tercer gas como el hidrógeno. Este hecho, que ha sido confirmado por Lavoisier, Berzelius, Mitscherlich, Bunsen, Kolbe, y por cuantos han hecho un estudio especial de la eudiometría, se concibe fácilmente admitiendo que el oxígeno está formado por átomos dobles, uno de los cuales se combina con el hidrógeno para formar el agua, y el segundo, hallándose en estado naciente, se une más pronto con el nitrógeno para dar origen al expresado ácido nítrico.

Abogan por esta constitucion especial del oxígeno otros hechos más convincentes todavía que el que acabamos de indicar. Sábese, en efecto, desde el descubrimiento del bióxido de hidrógeno, ó sea del agua oxigenada, por el baron de THENARD, que cuando se pone en contacto con el óxido de plata, el primer compuesto pierde la mitad de su oxígeno reduciéndose á protóxido ó agua ordinaria, y el segundo suelta la totalidad del suyo, quedando la plata metálica. Sábese igualmente, que poniendo la propia agua oxigenada en contacto con una disolucion de permanganato de potasa, se descompone aquella como en el primer caso, y que el ácido permangánico del permanganato es reducido á su vez á hidrato de sesquióxido de manganeso de color pardo, desprendiendo tambien por su parte la cantidad de oxígeno que tenia de más cuando el manganeso se hallaba en estado de ácido permangánico. Estas reacciones consideradas como anormales por mucho tiempo, atribuidas á una accion catalítica ó de contacto por Berzelius, las concebimos y explicamos fácilmente en el dia, admitiendo que el oxígeno del óxido de plata, por ejemplo, se halla en estado negativo, y que el segundo átomo del que contiene

el agua oxigenada, se encuentra por el contrario en opuesto estado electro-polar, y que al reaccionar uno sobre otro estos dos cuerpos binarios, media una verdadera fuerza de combinacion entre el oxígeno que los dos contienen y sueltan, motivada por su diverso estado electro-polar, dirigiéndose el negativo del uno sobre el positivo del otro, y resultando de aquí el oxígeno neutro, libre ú ordinario. Una explicacion análoga nos da cuenta de la reduccion parcial del agua oxigenada y del ácido permangánico en el segundo caso. Muchos otros podríamos citar aún, tales como la reduccion del ácido crómico en una disolucion acidulada con ácido sulfúrico ó nítrico, por la propia agua oxigenada, formándose agua ordinaria, una sal de sesquíóxido de cromo, y desprendiéndose oxígeno ordinario ó indiferente; el desprendimiento de este mismo gas y la formacion del azul de Prusia por la accion simultánea del bióxido de hidrógeno y del ferricianuro potásico sobre una sal férrica; la reduccion de varias sales mangánicas ó manganosas en presencia del propio bióxido de hidrógeno, rebajándose este á protóxido y desprendiéndose el oxígeno ordinario; y bastantes más que no indicamos, por ser bien conocidos de los señores Académicos y de tan ilustrado auditorio (1): surgiendo de todos ellos la demostracion de que el mismo oxígeno en su última molécula está compuesto ó formado de dos átomos diversos que gozan de funciones químicas distintas, semejándose en este punto á lo que se acaba de decir respecto del hidrógeno (2).

(1) *V. Jahresbericht über die Fortschritte der chemie von HERMANN KOPP. U. HEINRICH VILL für 1858*, pág. 58, 59 y 60. GIESSEN. *J. Ricker'sche Buchhandlung*. 1859.—Véanse tambien los trabajos de BRODIE sobre el mismo asunto, extractados en el propio Anuario redactado por LIEBIG y KOPP, correspondiente al año 1850, pág. 296 y 297.

(2) Véanse sobre lo mismo los trabajos clásicos sobre la combustion en los *Comptes rendus*, tom. XXIII, pág. 200.

Estas consideraciones, por otra parte, nos inducen á creer que en la constitucion de los cuerpos simples que nos ocupan, interviene una fuerza distinta de la cohesion, que se consideraba como agente único de su formacion y estado por el mismo Berzelius, y entre los átomos que en menor número concurren á formar la molécula más elemental de dichos cuerpos simples, media ó actúa una verdadera fuerza de combinacion, debida á su estado electro-polar, segun admite tambien CLAUSIUS, fundándose en consideraciones puramente mecánicas sobre la constitucion de los gases (1).

En la molécula del hidrógeno y del oxígeno se admiten, pues, dos átomos distintos cuando ménos de dichos gases, unidos por una verdadera fuerza de combinacion, además de la cohesion que actúa sobre las moléculas respectivas. Otro tanto puede decirse de los demás cuerpos simples gaseosos, y aun de los metales. No se concebiria de otro modo la existencia de los elementos bi y triatómicos, como tampoco de las bases poliácidas y de los ácidos poli-básicos.

Segun esto, el mismo cuerpo simple puede y debe considerarse como un *tipo* (2) ó compuesto de dos ó más átomos simples que se hallan en diverso estado electro-polar. El cuerpo binario será el resultado de la combinacion de dos cuerpos simples reunidos ó combinados segun el orden de su atomicidad respectiva, y su tipo será forzosamente

(1) POGGENDORFF'S *Annalen*, B. C. S. 369; *Annales de chimie et de physique*, troisième série, tom. L, pág. 505.

(2) Llamamos tipo á la menor cantidad de su materia, á la molécula ó grupo molecular que reacciona ó funciona en las acciones químicas, para dar origen á los cuerpos diversos que se forman cuando unos cuerpos obran sobre otros.

más complejo que el del cuerpo simple. Los cuerpos de una composición todavía más compleja que los binarios, estarán por su parte representados por tipos respectivamente también más complejos. Asociando ahora á estos diversos tipos, la idea bien demostrada de las sustituciones de uno ó más de sus átomos ó moléculas por otro átomo ó molécula, se comprenderá de una manera fácil y lógica la formación de los diversos cuerpos ó individuos químicos. Pero también resultará demostrado entonces, que el sistema *dualístico*, tal como lo constituyó Berzelius, haciéndose eco de todo lo que se sabía en su tiempo, y perfeccionando y ampliando estos mismos conocimientos de una manera que hasta el presente no ha tenido rival, cede el paso al sistema *unitario*, que nacido primero para explicar muchas reacciones del dominio exclusivo de la química orgánica, está en vías de invadir y dictar nuevas leyes á la misma química mineral.

Como las moléculas de los cuerpos que reaccionan entre sí, presentan grandes analogías de descomposición por lo que toca al número de átomos ó equivalentes que contienen, de aquí resulta que cuando estos átomos entran en ellas por igual número, todas pertenecen al mismo *tipo de reacción*, resultando entonces que estos tipos son en definitiva en número muy limitado. Y todavía se comprenderá más que así debe suceder, cuando recordemos, como ya al principio lo hemos indicado, que los radicales compuestos obran enteramente como si fuesen simples ó elementales, sustituyendo entonces uno de ellos, un átomo ó equivalente por ejemplo, á otro átomo ó equivalente de un cuerpo simple.

Laurent fué el primero que estableció que el hidrato de potasa ó protóxido de potasio hidratado, puede considerarse como el agua, en que uno de sus dos átomos de hidrógeno

ha sido sustituido por el potasio. En los óxidos anhidros, los dos átomos de hidrógeno eran ó se consideraban sustituidos por dos átomos de metal. Aquí tenemos, pues, á la molécula del agua considerada como tipo de la numerosa série de compuestos en que entran diversos metales, por igual número de átomos que los que de hidrógeno contiene dicha agua. Y del propio modo será tipo de numerosas combinaciones orgánicas en que uno ó los dos átomos de hidrógeno serán reemplazados del todo ó en parte por uno solo ó por dos radicales orgánicos distintos. En el hidrato de etilo tenemos, por ejemplo, el mismo tipo agua, en que un átomo solo de hidrógeno ha sido reemplazado por el etilo. Lo propio sucede con el hidrato y con el óxido de metilo, sustituyendo este radical al etilo. Y también tenemos el óxido de metiletilo, cuando los dos expresados átomos de hidrógeno del tipo son reemplazados, uno por el metilo y otro por el etilo.

El tipo agua lo es también, en esta hipótesis, de la constitución ó formación de los oxácidos monohidratados, de estos mismos ácidos anhidros y de las sales que forman los propios ácidos, así en la química mineral como en la orgánica. Para representar, por ejemplo, la constitución del ácido nítrico monohidratado, se conciben sus factores dispuestos de manera, que de un lado se hallan separados en dos sitios ó grupos distintos el ácido hiponítrico y un átomo de hidrógeno, y del otro un átomo doble de oxígeno; según lo cual, si el átomo de hidrógeno es sustituido por uno de potasio ó sodio, toman origen respectivamente los nitratos de potasa ó de sosa, y del propio modo se formaría el éter nítrico si fuese el etilo el que sustituye á dicho hidrógeno. El ácido nítrico anhidro á su vez se concibe formado por la sustitución del átomo de hidrógeno por otro de ácido hipo-

nítrico. Lo mismo sucede con el ácido acético monohidratado, anhidro y con los acetatos, sea su radical simple como en el acetato de sosa, ó compuesto como en el acetato de etilo ó éter acético; admitiendo para ello que la molécula de este ácido está constituida de un lado por el radical acetilo y por un átomo de hidrógeno, y del otro por un doble átomo de oxígeno, y que el hidrógeno es sustituido por un segundo átomo ó molécula de acetilo en el ácido anhidro, ó por el radical respectivo en los acetatos y en el éter acético.

El tipo agua, según esto, con la sucesiva sustitución de la mitad ó de todo su hidrógeno por un cuerpo simple ó por un grupo molecular que haga sus veces, nos explica la constitución de un número extraordinario de cuerpos de los dos reinos. Y por si hubiese alguien que, parapetándose detrás de Berzelius, se resistiese á admitir estas ideas que rechazó con toda suerte de argumentos, incluso los de la sátira más punzante, porque sacaban la ciencia del cuadro admirable y grandioso en que en su tiempo consiguió colocarla, debemos advertir, y demasiado lo sabe la Academia, que todo lo que sobre este punto consignamos, está apoyado en hechos indubitables y en reacciones numerosas, que el gran sabio de Stockolmo no tuvo la suerte de alcanzar. En primer lugar tenemos, que, cuando se hacen reaccionar el agua y el cloruro de acetilo, toman origen los ácidos acético monohidratado y el clorhídrico, apoderándose el cloro del cloruro de la mitad del hidrógeno del agua para formar el hidrácido, y reemplazándole el acetilo para constituir el ácido acético monohidratado. Por otra parte, si se someten á su mútua accion el acetato sódico y el propio cloruro de acetilo, toman origen el ácido acético anhidro y el cloruro sódico; para lo cual ha sido menester que el cloro

del cloruro de acetilo se apodere del sodio del acetato, y que en su lugar le reemplace el acetilo. Estos hechos, y otros muchos no ménos convincentes, no nos dejan la menor duda sobre la primera sustitucion de la mitad del hidrógeno del agua por el acetilo cuando se formó el ácido acético monohidratado, ni tampoco de la sustitucion del sódio del acetato por una segunda molécula de acetilo para que pueda tomar origen el ácido acético anhidro en el segundo caso. No le faltaba, pues, razon á Gerhart, cuando en las reacciones que nos ocupan, solo veia fenómenos ó acciones de doble descomposicion (1).

Otro tipo de reaccion tenemos, y de vastísima trascendencia, por cuanto auxiliándonos de las sustituciones del modo que acabamos de ver, nos permite concebir la formacion de numerosos cuerpos, que se ha creido velada por mucho tiempo tras los misterios inescrutables del conjunto de funciones que constituyen la vida: el *amoniaco*. Cuando á principios de 1849 A. WURTZ (2) dió á conocer los amoniacos compuestos que acababa de descubrir, emitió la idea de que estos cuerpos podian considerarse como éteres simples, en que el equivalente de oxígeno era reemplazado por otro de amidógeno, ó como amoniaco en el cual un equivalente de hidrógeno estaba sustituido por el metilo ó por el etilo. Pero A. W. HOFMANN (3), químico aleman establecido en Lóndres, hizo ver muy luego que la constitucion molecular de dichos cuerpos debia considerarse como derivando todos ellos del tipo amoniaco, y que en tal hipó-

(1) Véase *Traité de Chimie organique*, par Ch. GERHARDT, t. IV, p. 586. Paris, chez Firmin DIDOT, frères, fils et compagnie, MDCCCLVI.

(2) *Comptes rendus*, t. XXVIII, p. 224. Février, 1849.

(3) *Philos. Transact.* 1850, I, 93.—Véase tambien el *Anuario* de LIEBIG y KOPF para 1849, pág. 396.

tesis se agrupaban simétricamente y en orden natural, así los amoniacos que acababa de descubrir Wurtz, como los numerosos compuestos de la anilina y del fenilo, que él por su parte acababa de preparar, y una série poco ménos que interminable de bases orgánicas que nos presenta la naturaleza, y emplea la medicina como poderosos agentes de curacion. Considerado entonces el amoniaco formado de un equivalente de nitrógeno y de otros tres de hidrógeno, aparece fácil de concebir la formacion de la etilamina por la sustitucion del etilo en el lugar ocupado en la molécula del amoniaco por uno de sus tres equivalentes de hidrógeno; la dietilamina toma origen cuando dos equivalentes de etilo reemplazan á igual número de equivalentes de hidrógeno; y por fin, si los tres de este son sustituidos por igual número de los de etilo, se forma entonces la trietilamina. Y cuenta que Hofmann, trabajador tan concienzudo como sagaz y experimentado, haciéndose digno eco del gran Canciller de su patria adoptiva, ni sienta un hecho, ni emite una hipótesis, sin contar antes en su favor con gran copia de hechos bien demostrados é indubitables. Una prueba evidente de esto la tenemos en los trabajos, á cual más sagaces y delicados, con que obtuvo los amoniacos compuestos que nos ocupan. Mientras su descubridor Wurtz obtuvo la etilamina por la accion de la potasa cáustica sobre el cianato de óxido de etilo, preparóla Hofmann haciendo reaccionar directamente el bromuro de etilo sobre el amoniaco, de que resultó el bromuro de amonio por un lado, y por otro la combinacion del ácido bromhídrico con la etilamina, de que separó esta base destilando su compuesto salino sobre la potasa. Vemos, pues, que mientras su descubridor la obtuvo pronto, partiendo de la ecuacion general bien conocida, que da cuenta de la accion que ejercen los

álcalis cáusticos sobre las sustancias orgánicas nitrogenadas, ora estén representadas por el ácido ciánico ora por la urea, su continuador llegó al mismo término por otro camino distinto, y con doble trabajo y gasto en tiempo y reactivos.

Hizo más Hofmann. No contento con haber preparado de este modo la etilamina, y con haberse convencido de que concordaba por el conjunto de sus propiedades con la obtenida por Wurtz, hasta en su composición, que fijó por el análisis elemental de la sal doble que forma con el clórico platínico, sometió la nueva base que acababa de obtener, á la acción de un exceso del propio bromuro de etilo, y cual esperaba, trabajando de un modo análogo á lo que acababa de hacer, obtuvo la dietilamina. Y tratando esta á su vez con un exceso del mismo bromuro de etilo, y reproduciendo el propio trabajo, obtuvo el tercer amoniaco etílico, ó sea la trietilamina; demostrando plena y cumplidamente, como arriba hemos indicado, que estos tres amoniacos compuestos están enteramente calcados sobre el amoniaco ordinario, naciendo de la sustitución de parte ó de todo su hidrógeno por igual número de equivalentes de etilo, y que de ninguna manera pueden considerarse como éteres simples, cuyo oxígeno fuese reemplazado por un equivalente de amidógeno, cual en un principio creía el afortunado descubridor de la etilamina. Si esta idea pudo surgir de su mente cuando se conocía tan solo el primer amoniaco etílico, no tuvo razón alguna de ser luego que Hofmann hubo obtenido los dos restantes. Desde este momento, ni podían ni debían considerarse más que como amoniacos compuestos, pues en su favor estaban los hechos más terminantes y concluyentes.

Si no bastasen los expuestos, podríamos citar otros muchos que corroboran este modo de ver la constitución de

los cuerpos que nos ocupan. No contento Hofmann con haber preparado por su método particular la metilamina y la amilamina, que también Wurtz había obtenido por el suyo, obtuvo luego nuevos amoniacos compuestos, en que el hidrógeno del tipo era sustituido del todo ó en parte por más de un radical compuesto. Así obtuvo primero la etilamnilina, en que dos de los tres equivalentes de dicho hidrógeno, son sustituidos tan solo, uno de ellos por el etilo, y otro por el fenilo, ó sea por el radical de la anilina; vino luego la metilamnilina, compuesto, como el anterior, en que el metilo sustituye al etilo; después la amilamnilina, en que el amilo sustituye al etilo del primero ó al metilo del segundo; la dietilamnilina, en que dos equivalentes de etilo sustituyen igual número de los del hidrógeno del tipo, y el tercero lo está por el fenilo; la diamilamnilina, en que dos equivalentes de amilo sustituyen al etilo del anterior; la metiletilamnilina, en que entran el metilo, el etilo y el fenilo, por un equivalente cada uno, á sustituir los tres de hidrógeno; la etilamilamnilina, en que ha desaparecido el metilo del precedente, siendo sustituido por el amilo; y otros muchos cuerpos, cuya sola enumeración sería por demás pesada é interminable. Y así se comprenderá fácilmente cuando recordemos, que todos los radicales de los infinitos alcoholes que conocemos, han entrado uno tras otro á sustituir hidrógeno en el tipo amoniaco; que á su vez en el mismo radical de estos alcoholes tienen lugar numerosas sustituciones de su hidrógeno por el cloro, el fósforo y demás cuerpos metaloídeos, lo mismo que por el antimonio, estaño, mercurio y demás metales (1), sin que pierda su

(1) V. el Anuario de Liebig y Kopp para el año 1849, pág. 419; id., id. para 1850, pág. 470; id., id. para 1851, pág. 501; el Anuario de Kopp y Will para 1859, pág. 405; id., id. para 1860, pág. 370; id., id. para 1861, pág. 549.

carácter dominante el grupo molecular del radical alcohólico, pudiendo por lo tanto, así modificado, sustituir al hidrógeno del tipo amoniacó, y que las sustituciones del hidrógeno en el radical alcohólico pueden tener, y tienen en efecto, lugar igualmente por el ácido hiponítrico y otros cuerpos binarios electro-negativos, que funcionan cual si fuesen á su vez radicales ó cuerpos simples, á la manera que el cloro y bromo; conservando el radical alcohólico así modificado la facultad de reemplazar al hidrógeno del amoniacó, cual hemos indicado. Por manera que en vista de estas observaciones, y de que los radicales de los ácidos funcionan del mismo modo que los de los alcoholes, ya no debe estrañarnos el número poco ménos que infinito de cuerpos que pueden tomar origen por efecto de estas sustituciones, que segun cálculos de BROUGHTON (1), admitiendo que funcionen solo 52 radicales monoatómicos y 32 diatómicos, se eleva á 35.000 millones!!!

La ciencia no conoce teoría más sólida ni más fecunda que la de las sustituciones en el punto que nos ocupa, ayudada del concurso de los tipos: los nombres de Laurent, Dumas y Hofmann pasarán justamente á la inmortalidad, y merecerán el eterno reconocimiento de los químicos por el campo vastísimo que descubre para su trabajo. Y este campo, cuyos linderos se pierden de vista, se ensancha todavía más, cuando recordamos que las sustituciones del amoniacó las ha llevado el último de estos químicos al mismo amoníaco, siendo este el fundamento de la obtencion de numerosos alcaloides artificiales, y dándonos la explicacion más racional de la manera cómo puede tener lugar la formacion

(1) Chem. News, VIII, 245.—V. tambien *Jahresbericht über die Fortschritte der Chimie, herausgegeben von Heinrich WILL, für 1863*, s. 403.

de los que son naturales en las plantas, como ya lo habian sospechado Berzelius, Gmelin y Gerhardt.

Este químico, fundándose en las razones que van expuestas para considerar el hidrógeno, el oxígeno y otros cuerpos simples, como formados al ménos por dos átomos que se hallan en diverso estado electro-polar, segun más arriba hemos demostrado, admite un tercer tipo para la constitucion de los cuerpos, que por el orden de su sencillez debe figurar en primer lugar. Este tipo está formado entonces por dos átomos de hidrógeno, los cuales á su vez pueden ser sustituidos, en parte ó del todo, del mismo modo que acabamos de verlo, por toda suerte de radicales simples ó compuestos, naciendo entonces, segun él, una nueva série de compuestos, tan curiosos como interesantes y variados. En esta hipótesis el hidrógeno es un hidruro del mismo, el cloro un cloruro de sí propio, el cianógeno un cianuro de sí mismo, la aldehida un hidruro de acetilo, etc. De este tipo Gerhardt hace derivar los metales, que divide en *primarios* y *secundarios* (1), resultando los primeros de la sustitucion de un átomo de hidrógeno por otro de un metal, y los segundos de la sustitucion de los dos átomos del primero por igual número de átomos de un metal. Distingue en seguida los metales así constituidos en *positivos* y *negativos*. Al frente de los positivos coloca el grupo que llama *metales de bases*, con sus dos divisiones, que denomina derivados primarios ó *hidruros de bases*, y derivados secundarios ó *metales propiamente dichos*. Viene despues el segundo grupo, llamado *metales de alcoholes*, con sus respectivos derivados primarios ó *hidruros de alcoholes*, y derivados secundarios ó sea *metales de alcoholes*. Con-

(1) *Traité de Chimie organique* p. M. Ch. Gerhardt. Tome quatrième, p. 790. Paris, chez F. Didot, MDCCCLVI.

cluye esta division de los metales positivos el tercer grupo, que denomina *metales de aldehidas*, con sus respectivos derivados primarios ó *hidruros de aldehidas*, y derivados secundarios, ó sea *metales de aldehidas*. Los *metales negativos*, tambien denominados metales de ácidos, tienen sus respectivas divisiones de derivados primarios, ó sea hidruros de ácidos, y derivados secundarios, ó sea *metales de ácidos* ó *metalóides*. Más adelante admite aun los que llama *metales intermedios*, comprensivos de los compuestos en que un radical positivo y otro negativo reemplazan á un tiempo y simultáneamente los dos átomos que constituyen el tipo hidrógeno.

Este sistema, que desarrolla luego y amplía en todo su conjunto, no obstante el génio y rara sagacidad de su autor, no ha satisfecho las condiciones que debe reunir una buena teoría, ya porque en él se admiten un sin fin de cuerpos puramente imaginarios, ya tambien porque la formacion de otros muchos se concibe perfectamente refiriéndola á uno de los tipos que antes hemos expuesto.

Pero, hay algunos cuerpos cuya constitucion no se concibe por lo dicho, si bien se comprende muy luego admitiendo que el tipo agua se *condensa dos, tres* ó más veces, y que su hidrógeno toma parte en las sustituciones que acabamos de ver. Esta hipótesis, llamada de los *tipos condensados*, tiene grande aplicacion para concebir el agrupamiento de los factores que entran así en un ácido polibásico como en un radical poliatómico, orgánicos ó inorgánicos (1).

Se ensancha más el campo de la teoría cuando se considera, que los tipos de que acabamos de dar una breve

(1) *Sur quelques points de Philosophie chimique; leçons professées le 6 et le 20 Mars de 1863 devant la Société Chimique de Paris, par Mr. A. WURTZ, Président de la Société. Librairie de L. HACHETTE et compagnie, Paris 1864.*

idea, pueden reaccionar unos sobre otros, tomando parte en las sustituciones que ya conocemos. De aquí nacen entonces los *tipos mixtos*. Así se concibe que un elemento ó un radical diatómico pueda servir de lazo de union para una molécula de ácido clorhídrico y otra de agua, reemplazando en cada una de ellas un átomo de hidrógeno. Por igual mecanismo una molécula de agua puede asimilarse ó entrar en combinacion con otra de amoniaco. Y del propio modo tres moléculas, dos de ácido clorhídrico por ejemplo, y una de agua, ó dos de esta por una de dicho ácido, pueden estar reunidas á beneficio de un radical triatómico ó por dos radicales diatómicos (1).

De cuanto acabamos de exponer, se deducen consecuencias de la mayor importancia. En primer lugar hemos visto, que los llamados elementos de los antiguos han dejado de serlo, y que mientras en un principio se creia su número sumamente reducido, hoy día se cuentan hasta sesenta y siete (2). En seguida, que hay razones poderosas para

(1) Wurtz. 1. c. p. 99.

(2) Los nombres, los símbolos y pesos equivalentes de los cuerpos simples ó elementos hoy día bien conocidos, son los siguientes:

Aluminio.....	Al = 13·5	Boro.....	B = 11
Antimonio....	Sb = 122	Bromo.....	Br = 80
Arsénico... ..	As = 75	Cadmio.....	Cd = 50
Azufre.....	{ S = 16	Calcio.....	{ Ca = 20
	{ ₂ S = 32 (*)		{ ₂ Ca = 40
Bario.....	Ba = 68·5	Carbono.....	{ C = 6
Bismuto.....	Bi = 210		{ ₂ C = 12
Berilio (Glúcio)	{ Be = 4·7 (*)	Cerio.....	Ce = 46
	{ Be = 7 (*)	Césio.....	Cs = 133

(*) Cuando se considera la glucina compuesta de Be O. (2) Cuando se la considera = Be² O³.

(*) Empleamos, en este caso y sus análogos, el ₂ delante de los símbolos dobles, á falta de caracteres que los representen.

admitir, que interviene en la constitucion de algunos de estos cuerpos, ya que no en todos, una verdadera fuerza de combinacion ó de afinidad, además de la cohesion, única que admitia Berzelius, y por lo tanto, cual ya este lo aceptó para varios de ellos en las reacciones químicas en que toman parte, que es probable funcionen al ménos por átomos dobles, ó sea por las moléculas más elementales. Luego, que el sistema dualistico ó electro-químico, que segun Berzelius presidia de una manera exclusiva á la constitucion de todos los cuerpos compuestos, es insostenible hoy dia para muchos de ellos, debiendo ser reemplazado con ventaja por el llamado unitario, debido á los esfuerzos de Gay-Lussac, Dumas, Laurent y Gerhardt, modificado por los trabajos sucesivos y posteriores de otros químicos no ménos distinguidos.

Cloro.....	Cl = 35·5		Magnesio.....	{ Mg = 12	
Cobalto.....	{ Co = 29·4			{ ₂ Mg = 24	
	{ ₂ Co = 58·8		Manganeso...	{ Mn = 27,5	
Cobre.....	{ Cu = 31·7			{ ₂ Mn = 55	
	{ ₂ Cu = 63·4		Mercurio.....	{ Hg = 100	
Cromo.....	{ Cr = 26·1			{ ₂ Hg = 200	
	{ ₂ Cr = 52·2		Molibdeno....	{ Mo = 48	
Dianio.....	Di =	(³)		{ ₂ Mo = 96	
Didimio....	D = 47·5		Niquel.....	{ Ni = 29·4	
Estaño.....	{ Sn = 59			{ ₂ Ni = 58·8	
	{ ₂ Sn = 118		Niobio.....	Nb = 48·8	
Estroncio...	{ Sr = 43·8		Nitrógeno....	N = 14	
	{ ₂ Sr = 87·6		Norio.....	No =	(²)
Fluor.....	Fl = 19		Oro.....	Au = 197	
Fósforo.....	P = 31		Gsmio.....	{ Os = 99·6	
Hidrógeno...	H = 1			{ ₂ Os = 199·2	
Hierro.....	{ Fe = 28		Oxígeno....	{ O = 8	
	{ ₂ Fe = 56			{ ₂ O = 16	
Ilmenio.....	Ii =	(³)	Paladio.....	{ Pd = 53·3	
Indio.....	In = 35·9			{ ₂ Pd = 106·6	
Iridio.....	{ Ir = 99		Plata.....	Ag = 108	
	{ ₂ Ir = 198		Platino.....	{ Pt = 98·7	
Itrio.....	Y = 34			{ ₂ Pt = 197·4	
Lantano.....	La = 46·4		Plomo.....	{ Pb = 103·5	
Litio.....	Li = 7			{ ₂ Pb = 207	

(³) Indeterminado.

entran en las combinaciones en que toman parte, se concebirá sin dificultad que el estado actual de la química pone entre las manos de los que la cultivan, los medios más variados para obtener nuevos cuerpos en número poco ménos que indeterminable. Buena prueba son de esto las muchas especies minerales que de unos años á esta parte han sido reproducidas en los laboratorios, en un todo idénticas á las que nos ofrece la naturaleza más en grande, y sobre todo la obtencion de gran número de principios inmediatos, que naturalmente nos dan las plantas y los animales, empleando materiales ó los elementos de la química mineral, y combinándolos en los laboratorios de modo que el resultado de su combinacion nos dá un producto que se confunde en un todo, por el conjunto de sus propiedades, con el de procedencia orgánica. Se ha empezado por la reproduccion del ácido que nos dan naturalmente ciertas hormigas, denominado *fórmico* por este origen, y no solo se le ha obtenido por la oxidacion ó combustion parcial de los llamados hidratos de carbono, sí que se ha formado uniendo ó combinando directamente el agua con el óxido de dicho carbono, es decir, por el mismo medio por el cual le forman las plantas en las que se halla muy generalizado (1). Este ácido, sometido luego á metamórfosis bien conocidas y fáciles de reproducir, es el origen de los carburos de hidrógeno y de los alcoholes que forman los cuerpos más abundantes en el reino organizado. Teniendo carburos de hidrógeno y alcoholes, y por otra parte oxígeno procedente de la reduccion más ó ménos completa del ácido carbónico, é hidrógeno que suministra el agua (la cual es al

(1) *Chimie organique fondée sur la Synthèse*, par Marcellin BERTHELOT, T. 2, p. 792. Paris, 1860.

propio tiempo un manantial abundante de oxígeno), se concibe que muchos carburos se volverán siempre más ricos en hidrógeno para dar origen á los aceites esenciales ó á los aromas, y que los alcoholes se hallan en condiciones las más abonadas para formar las respectivas aldehidas y los ácidos orgánicos que de su oxidacion se derivan. Estos mismos ácidos y estos carburos de hidrógeno, reaccionando mutuamente, nos explican á su vez la formacion de las ceras y de muchas grasas naturales, que por su naturaleza más compleja han tardado más en ser reproducidas que sus respectivos generadores. Las bases orgánicas ó alcalóides naturales, se forman á su vez por medios análogos á los amoniacos compuestos que hemos visto.

Estas formaciones de principios inmediatos vegetales, tan fáciles de comprender como de reproducir, y otras muchas que podríamos citar, aun de las que tienen lugar en la economía animal, demuestran claramente lo que hemos dicho acerca del campo inagotable que se ofrece hoy dia á la explotación de la química, para imitar á la naturaleza en gran número de sus funciones, y sobre todo en los productos que de las mismas se originan. Mucho es lo que ha adelantado la ciencia en este punto de poco tiempo acá; más, infinitamente más de lo andado, es el camino que le falta recorrer hasta que llegue á la reproduccion de otros productos todavía no formados por el arte: el tiempo que necesitará para llegar á la meta que se ha propuesto, dependerá en gran parte de la sagaz aplicacion de los medios de trabajo que ya posee, y del descubrimiento de otros nuevos, á que los ya conocidos sin duda alguna le conducirán.—HE DICHO.

CONTESTACION

AL DISCURSO ANTERIOR

POR EL

SEÑOR D. EDUARDO RODRIGUEZ,

ACADEMICO DE NUMERO.

Señores:

Si excepcional es el estado en que os ha dicho se encuentra el nuevo académico, embarazoso y comprometido es el mío, debiendo contestar en vuestro nombre á su erudito y bello discurso; y sería atrevimiento imperdonable en mí el hacerlo, si yo lo hubiera solicitado. Pero no es así; me obligan deberes para mí muy respetables que no rehuyo nunca cumplir, aunque para ello tenga que sacrificar mi amor propio, poniendo en evidencia mi poco valer. Me alienta en este caso vuestra indulgencia, que ya he conocido antes de ahora, y el placer que me causa el asociar mi nombre á un acto en el que viene á sentarse entre vosotros, el amigo querido y el compañero cuyo mérito he tenido ocasion de reconocer y admirar muchas veces: yo le felicito, y me felicito á mí mismo, porque le veo que va á recibir la recompensa debida á su constante laboriosidad.

El Sr. Bonet viene á reemplazar á un digno académico, cuyo recuerdo estará siempre vivo entre los que tuvimos la satisfaccion de tratarle, reconociendo cuánto valia como

hombre de ciencia, y cuánto como amigo leal, lleno de modestia, que es un atributo del verdadero mérito. ¡Llegue hasta él la expresión de nuestro sentimiento por su pérdida y de respeto á su memoria!

Vasto es el asunto que el nuevo académico ha escogido para tema de su discurso, y con esta eleccion os da una muestra de los profundos conocimientos que posee en la ciencia que forma su principal ocupacion. Modestamente dice, hará algunas consideraciones sobre el individuo ó la especie en química; pero segun habeis visto, su trabajo es tan completo como puede ser dentro de los límites en que ha debido encerrarse; y tambien habeis podido reconocer el estudio que ha hecho de la historia y la filosofía de las ciencias químicas, cuyo origen puede decirse es tan antiguo como el mundo, y que, á la manera de un árbol frondoso, crece y desarrolla cada dia nuevas ramas, sin que pueda decirse hasta dónde llegará, ni cuál será su magnitud en un tiempo dado. Yo voy á seguir en su camino al Sr. Bonet, para ver si puedo recojer algunas flores que haya dejado caer; y me permitireis tambien que haga excursiones, si quiera sean lijeras, á los lados de este camino, para recordaros por mi parte otras ciencias y otros nombres unidos á ellas.

Consultando los mas antiguos escritores, encontramos que todos consideran la química como de origen superior, á veces divino, lo que prueba el aprecio en que la tenian: por eso los unos la suponen inventada por TUBALCAIN, octavo hombre despues de Adan; *malleator et faber in cuncta genera æris et ferri*, que dice BORRICHIVS; y otros por HERMES TRIMEGISTO, el tres veces muy grande, τρις μέγιστος, rey de Egipto en los tiempos fabulosos, y al que llama Tertuliano *Physicorum magistrum*; y en fin, otros suponen un origen

más fabuloso y sobrenatural. Pero dejando esto á un lado, es evidente que el hombre, teniendo que proveer á sus necesidades imperiosas, se vió precisado á usar de su inteligencia para conseguir lo que directamente no encontraba en la naturaleza, ó no lo hallaba en el estado mas propio á satisfacer sus deseos; y de aquí que estudiara los medios de combinar, de descomponer y de dar forma particular á la materia; este es el origen de las ciencias y las artes.

Naturalmente, para el estudio y la observacion es necesario reposo y aislamiento; por esto no es de extrañar que los chinos, separados y olvidados de los demás pueblos, y por tanto casi en pacífica posesion de su territorio, fueran los primeros que se ocuparan de las ciencias, y adelantaran en ellas hasta un punto á que no pudieron llegar estos otros pueblos, intranquilos con sus guerras y ambiciones. Otra razon tenian aquellos para dedicarse á las ciencias: su poblacion inmensa no podia vivir sin cultivar la tierra, sin proporcionarse recursos para sus necesidades, de otro modo que corriendo los campos detrás de sus ganados, y por eso tenian que recurrir á la imaginacion. Así se les ve, antes que los demás pueblos, poseer secretos para la preparacion de los colores y las porcelanas, y con bastantes extensos conocimientos en metalurgia y en la confeccion de remedios para curar sus enfermedades. Sin embargo, no puede decirse que poseyeran una ciencia, pues, demasiado positivos, desdeñaban la teoría, despreciando todo lo que no les daba un resultado útil, inmédiato; y así sus conocimientos eran aislados, sin union, como un conjunto de recetas.

En la India siguió el progreso de las ciencias, y sus naturales desde muy antiguo tenian conocimientos en metalurgia, y sabian templar el acero para fabricar sus famosas hojas adamasquinadas, no porque ellos lo descubrieran,

pues era conocido el temple lo menos mil años antes de Jesucristo, puesto que Homero hace mencion en su Odisea, cuando dice que Ulises hizo saltar el ojo á Polifemo; y Sofocles, 400 años antes de Jesucristo, compara un hombre terco al hierro templado (*βαρῆ σιδηροσῶς*): no siendo por tanto cierto que el temple sea invencion moderna, como ha supuesto Bacon de Verulamio. Tenian tambien conocimientos sobre preparacion de colores; y como nos dice el nuevo académico, reconocian cinco elementos ó principios generadores de todo lo criado, revistiendo con ellos á su divinidad, y ocupándose ya sus filósofos del origen y razon de ser de las cosas.

El Egipto fué despues el pueblo que mas progresos hizo en las ciencias, resultando que la civilizacion nació para nosotros en Oriente, y siguió su curso progresivo á Occidente. Los conocimientos de los egipcios eran muchos: sabian hacer vidrio; conocian la fermentacion, pues fabricaban el pan, el vino y la cerveza, ó *οἶνος κριθῶς*, vino de cebada, segun nos dice Jenofonte, bebida que tambien era conocida desde muy antiguo entre los españoles y galos. Y no se diga que esta cerveza era una infusion de cebada sin fermentar, puesto que encontramos en Tácito, que los germanos hacian una infusion de cebada, que por la fermentacion ó corrupcion se asemejaba al vino: *ex hordeo factus, et in quamdam similitudinem vini corruptus*; si bien esta cerveza no era lo que fué mas tarde con la adiccion de la materia resinosa ó lúpulo. Los antiguos no sabian que el azúcar se convierte en alcohol, ni que se desprende ácido carbónico, el cual no se descubrió hasta el siglo XVII; pero conocian la fermentacion alcohólica, á la que llamaban corrupcion; y tambien debian conocer la ácida; por eso preparaban bebidas fermentadas con el jugo de varios vege-

tales. Pero no eran solo estos sus conocimientos; sabian sacar la potasa de las cenizas, y hacer jabones; conocian muchos metales, el oro y plata, el estaño y plomo, y sus aleaciones, el cobre y el bronce; preparaban el vitriolo y el litargirio; y sabian teñir las telas que fabricaban. Pero ¿formaba una verdadera ciencia el gran número de conocimientos que poseian? No creemos pueda responderse afirmativamente, pues si eran más observadores y acaso menos positivos que los chinos, no se remontaban, sin embargo, al origen de los hechos, sino que veian solo los resultados; no trataban de investigar á qué causa sería debido tal ó cual efecto, sino que observaban el producto obtenido, más ó menos bueno, más ó menos bello; querian ver, y tenian una entera confianza en el experimento: sin embargo, á fuerza de constancia y de tanteos llegaban á descubrimientos importantes.

Los fenicios, intrépidos navegantes, extendiendo su comercio desde Tiro y Sidon hasta Gades (Cádiz) y las Islas Británicas, sin duda porque no cabian en su reducido territorio, se ocuparon de la parte práctica de las ciencias, de la que podian utilizar inmediatamente. Preparaban preciosos tintes, sobre todo las púrpuras; conocian el plomo y estaño antes que los egipcios, y eran hábiles constructores navales; suponiéndose tambien que fueron los inventores ó por lo ménos los propagadores de la escritura.

El pueblo hebreo tomó su ciencia de los egipcios; pero á pesar de que algunos autores le han supuesto extensos conocimientos, y han hecho de Moisés un gran químico, atribuyendo á S. JUAN EVANGELISTA ideas sobre la piedra filosofal, es lo cierto que este pueblo no se encontraba á la altura de los demás en su época.

Los egipcios comunicaron tambien sus conocimientos á

los griegos y romanos; pero estos últimos, según nos dice Plinio y resulta de la historia, ocupados en guerras y conquistas, no hicieron adelantar la ciencia un paso más del punto á que la habían hecho llegar sus maestros, ni pudieron propagar otras ideas que las recibidas de ellos. No así los griegos, que dando vuelo á su viva imaginación, y desdendiendo casi siempre descender al terreno de la práctica, forman teorías que hoy día se admiran por su verdad. Este pueblo unió la religión y la ciencia; y según autores importantes, la mitología griega, tomada en su mayor parte de los egipcios, era una alegoría que representaba los secretos de la química.

Entre los filósofos griegos, encontramos en el séptimo siglo antes de Jesucristo á THALES, que aunque fenicio de nacimiento, vivió constantemente en Mileto, y es contado entre los siete sábios de la Grecia. Este hombre extraordinario tenía conocimientos astronómicos bastantes para predecir un eclipse, conforme aseguran algunos escritores, y á él se atribuye el descubrimiento de la electricidad, ese agente de la naturaleza que 24 siglos más tarde había de ser origen de sorprendentes y útiles aplicaciones. Jefe de la escuela jónica y notable pensador, se preguntaba: ¿Cómo y por qué se ha producido todo lo que existe? La materia ¿de dónde viene? ¿A dónde va? No puede condensarse de una manera más precisa el objeto de las ciencias. Ya os ha dicho el Sr. Bonet su respuesta: el agua ha producido todas las cosas. Más tarde el sabio ANAXIMENES decía que era el aire, y HERÁCLITO suponía ser el fuego. Las teorías de estos filósofos revelan sus esfuerzos para profundizar los misterios de la creación; y no se diga que son todas desacertadas, puesto que la opinión de Anaximenes es adoptada hoy casi completamente por sábios de la importancia de Mr. Dumas. El

nuevo académico os cita sus palabras, que yo he tenido la dicha de escuchar, sin que sea este solo punto en el que está de acuerdo la ciencia moderna con la de los antiguos filósofos.

No pasaremos en silencio, entre estos, el nombre de ANAXIMANDRO, maestro de Anaximenes; cultivó sin embargo con mas empeño otra clase de estudios. Él observó que la luna no tiene luz propia, sino que la recibe del sol: reconoció la forma esférica de la tierra, construyendo la esfera armilar, marcando los signos del zodiaco, y fué el inventor de las cartas geográficas; atribuyéndosele tambien la invencion de los cuadrantes solares.

En esta misma época encontramos á PITÁGORAS, que hemos de considerar como griego, aunque abandonando su pátria saliera á fundar en Crotona la escuela que lleva su nombre; siendo él quien, á causa de su modestia, adoptó el nombre de filósofo en sustitucion del de sábio, que se daba á los que se dedicaban á las ciencias. Profundo observador, consigna que la tierra, la luna y los cinco planetas entonces conocidos giran alrededor del sol; doctrina admitida despues por Copérnico, y que habia de sostener Galileo á costa de tantas amarguras. Pitágoras, como complemento de sus ideas sobre el movimiento de los planetas, encontró la causa del dia y la noche, reconociendo el movimiento de la tierra alrededor de su eje; y célebre matemático, demostró importantes teoremas, entre ellos el del cuadrado de la hipotenusa, que hoy todavía lleva su nombre.

El Sr. Bonet os ha reseñado perfectamente las ideas de EMPÉDOCLES, LEUCIPO, DEMÓCRITO y ANAXÁGORAS; estos grandes filósofos, cuyas teorías sobre los átomos no se diferencian mucho de las que hoy dia se admiten. Os ha hablado despues de PLATON, que tambien estudió las ciencias de la

naturaleza, aunque adelantó menos en ellas que la generalidad de los filósofos de la escuela jónica; pero sus ideas, si bien no siempre exactas, son notables, porque revelan un gran fondo de inteligencia. Este filósofo compara el rayo á los fenómenos de atracción descubiertos en el ámbar, lo cual hace ver que reconoció la electricidad atmosférica; y asimila los fenómenos eléctricos con la respiración, pues dice que la caída del rayo y los fenómenos de atracción que se admiran en el ámbar y en las piedras de Heraclea, no son debidos á que estos cuerpos tengan ninguna virtud particular, sino que, no pudiendo existir el vacío en la naturaleza, obran los unos sobre los otros cambiando de lugar, y se ponen en movimiento en virtud de las dilataciones y contracciones que experimentan, del mismo modo que se produce la respiración. Es además notable su teoría sobre la existencia de los cuerpos animados en medio de los agentes que les rodean. Los cuerpos que tenemos inmediatos, dice, disuelven y dispersan continuamente las partes que son de su misma naturaleza, en virtud del principio de que el semejante se va con su semejante; pero todo lo que está dentro de nosotros tiende también á atraer á su semejante: cuando se marcha más que se recibe, el individuo se estenua; y si al contrario, aumenta. Ya se ve en esta teoría un bosquejo de la asimilación de los alimentos en la vida animal, y aun presenta analogía con las ideas del día sobre la vida vegetal. Discípulo de Platon es ARISTÓTELES, jefe de la escuela peripatética, llamada así por estar fundada en un paseo. Este filósofo adopta la doctrina de los cinco elementos de su maestro, y á él se deben sin duda las primeras ideas sobre destilación, así como de varios fenómenos meteorológicos, entre ellos la nieve y el rocío. Sagaz observador, estudió la electricidad atmosférica, y explicó el

trueno como producido por espíritus sutiles que arden con ruido, y el relámpago como un espíritu candente. En sus libros sobre el sistema del mundo, atribuye el movimiento de éste á dos fuerzas; y de los eclipses deduce la figura de la tierra, que midió despues, siendo de admirar el poco error que hay en sus cálculos: tambien atribuyó las mareas á la atraccion de la luna. En física tuvo ideas exactas del peso específico de los cuerpos, que distinguió del absoluto, llegando á pesar el aire y á reconocer la presion atmosférica y su influencia en las máquinas hidráulicas, diciendo, sin embargo, que en ellas se elevaba el agua por su horror al vacío. Fué tambien naturalista anatómico, y habló sobre la circulacion de la sangre, suponiendo tres ventrículos en el corazon, error que llegó hasta el árabe Avicena. Aristóteles representa una gran figura en la antigüedad, y es sin duda uno de los hombres que han ejercido mayor influencia sobre sus semejantes; influencia que ha sobrevivido muchos siglos despues de él en las ciencias.

Debe hacerse mencion entre los filósofos griegos del sensualista EPICURO, que siguiendo á Demócrito, suponía el mundo formado de una porcion de átomos, pero reunidos al acaso; y no viendo en el universo mas que lo que él suponía sus imperfecciones, decia que no era posible considerarle como la obra de un sér ó principio inteligente. La base del sistema de este filósofo era el placer, que debía procurarse por todos los medios, evitando con empeño el dolor. Contra estas absurdas doctrinas se levantaron ZENON de Chipre y sus discípulos, llamados estoicos por el nombre del pórtico en donde se reunian en Atenas. Su doctrina, si bien viciosa en parte por exagerada, puesto que tendia á extinguir las pasiones, era contraria á la de Epicuro, y ensalzaba la dignidad del hombre, proclamando como princi-

pio esencial la virtud y reconociendo la inmortalidad del alma.

De la escuela de Alejandría es el célebre matemático APOLONIO, que extendió los conocimientos de la ciencia del cálculo, dando entre otras obras un tratado de secciones cónicas que ha llegado íntegro hasta nosotros, en el que se ocupa con más extension de la elipse y la hipérbola, presentando también algunas ideas sobre evolutas.

Pero entre los filósofos de la Grecia descuella EUCLIDES, gran geómetra y maestro también de la escuela de Alejandría. Mas de veintiun siglos han pasado desde aquella época, y los quince libros de la obra de este sábio, titulados *Elementos*, puede decirse que son de hoy: y no fué solo matemático, sino que también escribió de óptica, dando á conocer que cultivaba con provecho las ciencias físicas.

Examinando la historia de la célebre escuela de Alejandría, encontramos que los grandes maestros de ella, Euclides, Apolonio y Arquímedes, á los que debe unirse el también notable DIOFANTO, dieron tal impulso á las ciencias matemáticas, que ellos solos las hicieron avanzar más que habían adelantado en todos los siglos anteriores desde el principio de su estudio; y los teoremas que estos sábios demostraron fueron tan fecundos en resultados, que puede decirse formaron la base sobre la cual descansa la ciencia moderna. ¡Cuánto no adelantó en poco tiempo la astronomía con los principios puramente teóricos demostrados en aquella célebre escuela! ERATÓSTENES, bibliotecario de ella, contribuyó por su parte á tales adelantos, efectuando medidas en los meridianos, y deduciendo el tamaño de la tierra. Compilados después todos estos conocimientos por HIPARCO con un acierto especial, rechazando las opiniones demasiado arbitrarias, pudieron propagarse y ser el funda-

mento de la ciencia astronómica; sirviendo al mismo Hiparco para sujetar á leyes geométricas el movimiento diurno, y añadir importantes observaciones, á pesar de la imperfeccion de los instrumentos de que disponia; observaciones de las cuales algunas han servido de punto de partida á la ciencia moderna.

Si este fuera el lugar de estudiar á los filósofos griegos bajo el punto de vista de sus ideas metafísicas, los encontraríamos divididos en cuatro escuelas bien diferentes, cuyos gefes serian Platon, Aristóteles, Epicuro y Zenon: pero no es ni puede ser tal nuestro propósito, por más importante que pudiera ser este estudio, ni seguiremos presentando las ideas de todos los filósofos griegos, pues sería demasiado largo semejante trabajo, y penoso por demás, puesto que las doctrinas de los antiguos han llegado tan incompletas hasta nosotros, y se encuentran de tal modo diseminadas, que no es fácil recopilarlas. ¡Cuántas ideas se habrán perdido, y cuántas que hoy creemos modernas, serian conocidas en los tiempos pasados! ¿No nos dice Teofrasto, discípulo de Aristóteles, que el carbon de piedra se empleaba como combustible? Y sin embargo, el empleo del carbon de piedra en la industria se dirá que es de fecha moderna. Pero de todos modos, por poco que estudiemos á los antiguos filósofos, encontraremos que los griegos fueron los maestros de la ciencia, y que ni los romanos ni otros pueblos pudieron aventajarlos. El Sr. Bonet nos cita al poeta LUCRECIO; y en efecto, su poema de *Rerum natura*, que parece ser un resumen de los conocimientos que los romanos poseian en las ciencias, nada encierra que no se encuentre consignado en los autores griegos. Lucrecio, partidario entusiasta de Epicuro, á quien habia estudiado, hace de él un elogio pomposo al principio de su obra, di-

ciendo entre otras cosas, que fué el primero que se atrevió á levantarse contra el fanatismo, sin temer á los dioses tan elogiados, ni sus rayos, ni el murmullo amenazador del cielo irritado:

*Nec fama Deum, nec fulmina, nec minitanti
Murmure compressit cælum.....;*

y despues en diversos puntos en su libro 5.º, le eleva poco ménos que á la divinidad. Refuta, sin embargo, algunas ideas de los filósofos griegos, como el mismo Epicuro, y dice que la naturaleza resulta de los cuerpos y el vacío en que se mueven.

*Omnis, ut est, igitur per se Natura duabus
Consistit rebus; nam corpora sunt, et inanes
Hæc in quo sita sunt, et qua diversa moventur.*

No puede, sin embargo, suponerse que Lucrecio tomara el vacío como un principio real que con la materia contribuía á la formación del universo, porque Epicuro, á quien seguía, no pudo admitir tal teoría, enemigo como era de las creaciones abstractas. Tampoco admite Lucrecio el agua, el aire ó el fuego como principio productor de todas las cosas. En su libro 5.º, que no podemos analizar por demasiado extenso, habla de la formación del globo; y también dice que el rayo, trueno ó relámpago son vapores inflamables que se encienden en la misma atmósfera por diferentes causas.

Pero en Italia no es posible dejar de hacer mención del siracusano ARQUÍMEDES, discípulo de Euclides, y que ya hemos dicho fué maestro en la escuela de Alejandría. A

cado paso recuerda la ciencia el nombre de Arquímedes, y causa admiración el número y calidad de los problemas que resolvió, contándose entre ellos el tratado sobre espirales, la relación del diámetro á la circunferencia, la cuadratura de la parábola, y la determinación y estudio del centro de gravedad de varias figuras. Sabido es cómo determinó el peso específico, y el principio que lleva su nombre, de un cuerpo sumergido en un fluido. Él dió también la teoría del plano inclinado, la rosca elevatoria de líquidos, los sistemas de poleas, y además se le han atribuido hasta cuarenta inventos mecánicos. Es notable su respuesta á Geron: *Da ubi consistant, et cælum terramque movebo*. Fué también astrónomo, y preparó una esfera con los movimientos de los astros. Los esfuerzos que con sus conocimientos hizo para defender á Siracusa de los romanos, han sido admirados, pues destruyó con sus máquinas é incendió con sus espejos ardientes, según ha consignado la historia, las naves de Marcelo.

Después de esta época antigua, y viniendo á la era cristiana, dice bien el Sr. Bonet, la ciencia progresa poco hasta los tiempos modernos, en que marcha á paso de gigante, queriendo adelantar en un siglo lo que no ha podido en veinte. Sin embargo, ni han faltado en esta larga serie de años hombres eminentes ni descubrimientos importantes; y los esfuerzos de tantos como se dedicaron al antiguo arte sagrado, al que dieron entonces el nombre de *Chimía* ó *Alchimía*, no son enteramente estériles. Los principales objetos, los móviles que guiaban á la mayor parte de estos hombres estudiosos, pero poco instruidos en la ciencia de la naturaleza, eran buscar la salud y la riqueza, esto es, lo que puede proporcionar los goces de la vida, y la aptitud para gozar; por eso se dedicaban á encontrar el elixir de larga vi-

da, ó la panacea universal, y la piedra filosofal, ó sea la manera de convertir los metales que llamaban imperfectos, en plata ú oro, que eran los perfectos: pero como seguian un fantasma, naturalmente marchaban á ciegas; no tenian camino trazado. Sin embargo. ¡Cuánto debe la ciencia en descubrimientos, la mayor parte casuales, á los alquimistas, que con una paciencia sin límites corrian tras del objeto que nunca podian alcanzar! Tambien aparecen al mismo tiempo algunos hombres que, dedicados á otras ciencias, las hacen adelantar, siquiera sea lentamente.

En el siglo II aparece TOLOMEO en Alejandría, compilador de sus antecesores y admirador de Hiparco. Sus conocimientos matemáticos y astronómicos fueron bastante extensos, pero inmortalizó su nombre con la teoría que inventó, suponiendo equivocadamente á la tierra como centro del movimiento de los cuerpos celestes; teoría que fué desechada más tarde, pero que se admitió sin grande oposicion y por mucho tiempo. Varias obras de Tolomeo han llegado hasta nosotros, y de ellas existen diferentes ediciones.

Pero los siglos siguientes hasta el VIII fueron bien estériles para las ciencias: el estado de las naciones, modernas algunas, degeneradas otras, pueden explicar semejante esterilidad; y si se quiere tener idea exacta de la altura á que habian llegado los conocimientos científicos en los primeros siglos de nuestra era, es necesario leer á SAN ISIDORO de Sevilla, que escribió en el siglo VII sus *Orígenes*, recopilando en ellos todo lo que se sabia hasta su época. En vano Carlo Magno quiso derramar la civilizacion en sus pueblos, y pensó en propagar los estudios científicos, creando escuelas en Francia y Alemania, y entre otras las de Metz y Lyon, y fundando tambien una academia de

ciencias y letras; todo fué casi inútil, porque en la edad media el fanatismo religioso ahogaba la voz de la ciencia, y la palabra *mágia* ó *hechicería* era aplicada á cuanto salía de los conocimientos vulgares, trayendo á veces consecuencias desastrosas sobre los que se dedicaban á investigar los secretos de la naturaleza.

Los árabes llevan despues la civilizacion á todos los paises en que se presentan, trayéndola tambien á la parte del territorio español donde consolidan más su dominacion. Córdoba tiene una universidad que llega á ser la primera de Europa, y una biblioteca de 250.000 volúmenes, aumentando despues el número de bibliotecas hasta más de setenta en la parte ocupada por aquellos. Es verdad que los árabes no adelantan demasiado la ciencia, pero se encuentran á la altura de ella y la propagan, pues en su tiempo de prosperidad, cuando la Europa se encontraba sumida en la ignorancia, ellos eran, puede decirse, los depositarios del saber. En el siglo IX aparece GEBER, el *Magister magistrorum*, como luego se le ha llamado, que da cuerpo á los conocimientos científicos, y es el fundador de la escuela árabe, y autor de los libros más antiguos que de química han llegado hasta nosotros, en los cuales se encuentra un resúmen de todo lo que se sabia en su tiempo, si hemos de creer á él mismo cuando dice: *Totam nostram scientiam, quam ex dictis antiquorum abbreviavimus, compilatione diversa in nostris voluminibus hic in summa una redigemus*. Supone los metales compuestos de dos ó tres elementos en proporcion variable, siendo necesario aislar estos elementos para producir aquellos ó trasformarlos. Se ocupa tambien del elixir rojo, disolucion de oro que prolonga la vida, cura las enfermedades y rejuvenece: *Est medicina lætificans et in juventute conservans*. Sus conocimientos so-

bre la piedra infernal, el agua regia, alcohol, sublimado corrosivo y algunos más, están también consignados en sus obras impresas después; y en su libro *Summa collectionis complementi secretorum naturæ*, se encuentran sus ideas sobre los gases, á cuyo estudio daba gran importancia; y es posible que otros trabajos suyos, no conocidos, se hallen consignados en los manuscritos árabes atribuidos á Geber, que existen en la biblioteca de Leyden.

Aún pudiéramos citar varios filósofos árabes, y entre ellos AVICENA, el Aristóteles árabe, y ALBASENIO, que corrigió á Tolomeo, determinando exactamente la excentricidad de la órbita solar, y midió la oblicuidad de la eclíptica, dando á conocer otros principios astronómicos importantes. Además los árabes fueron los primeros que hicieron observatorios, siendo famoso el de Sevilla; y en el año 471 de la Egira, dividieron el año en 365 días, 5 horas, 49 minutos y 15 segundos. que no se diferencia del cálculo de hoy día más que en 27,5 segundos. A pesar de todo esto, si se estudia en conjunto su época, que se extiende del VIII al XIII siglo, se ve que conservaron más bien que inventaron, siendo en general aristotélicos, y tomaron lo que encontraban en los pueblos donde extendían su dominación, propagando la ciencia de unos en otros. Y ¿qué se hizo este pueblo que marchaba al frente del movimiento intelectual, que llevaba consigo la civilización, que tiene un Geber y otros filósofos como RHASES, AVICENA, el autor del *Cánon*, AVERROES, comentador de Aristóteles y autor del *Koulliyat*, y Califas como Al-Mansur, Al-Manun y otros? ¿Cómo cae tan rápidamente á la profunda ignorancia en que al presente le vemos? ¡Extraño parece que en tan corto espacio de tiempo haya llegado al estado de abyección y atraso en que hoy se encuentra! Pero la ley fatalista de Mahoma, sensual

y egoista, al mismo tiempo que no resiste la discusion, que sucumbe sin lucha, que destruye la familia y hasta la sociedad misma, es la causa del rápido descenso de estos hombres de viva imaginacion y brillantes dotes, pero que, segun las bellas imágenes de Lacordaire, no han aprendido en 1.200 años á proteger una espiga de trigo, haciendo que la tierra misma no tenga vida bajo el innoble yugo de su administracion. No nos detengamos más en este punto, pues no estamos en lugar de discusion semejante.

En el siglo XIII empiezan á progresar las ciencias, y los nombres de filósofos pensadores y no rutinarios, nos salen al encuentro. Siempre fijos, sin embargo, en la idea de la trasmutacion de los metales, buscan con afan la piedra filosofal, sin que arredre á algunos ni la miseria, ni las penalidades de todo género, creyendo muy posible lograr el objeto que se proponen. Al comenzar este siglo encontramos al filósofo aleman ALBERTO EL GRANDE, fraile dominico, del que se ha dicho que fué *magnus in magia naturali, major in philosophia, maximus in theologia*; comentator de Aristóteles: las obras numerosas que ha dejado dan testimonio de su ciencia, aunque no sea autor de todas las que se le han atribuido; y no es de extrañar que en la edad media este hombre, que poseia conocimientos tan superiores á los de la generalidad, fuera tratado de mágico, atribuyéndole hechos completamente inverosímiles. No podemos presentar aquí todas las ideas consignadas en sus obras, pero indicaremos su manera de ver en el célebre problema de la piedra filosofal. Dice, que despues de un estudio perseverante, sin que nada le haya arredrado, ha llegado á reconocer que es posible la trasmutacion de los metales en oro ó plata. Las especies, añade, son inmutables, pero los metales no son especies sino formas di-

versas de la misma esencia: todos son compuestos de azufre y mercurio; y si cada uno de estos dos componentes es puro, formarán con el tiempo el oro. En su obra *de mirabilibus mundi*, se encuentra una receta de preparacion de la pólvora, aunque no precisa bien sus aplicaciones.

Contemporáneo de Alberto es el franciscano inglés ROGER BACON, cuya extension de conocimientos le hace superior á aquel, y muy superior tambien á su época. Profundo observador, insiste en su libro *Opus majus* sobre la importancia de la experimentacion para ver y deducir, diciendo que este es el medio de llegar á obtener los mayores resultados; y ya se ve en estos dos filósofos y en sus numerosos discípulos, el deseo de darse cuenta de los hechos que observan, de investigar la razon, el modo de ser de las cosas, sin caminar á ciegas: es decir, que las ciencias entraban en la verdadera via de progreso, en el camino que tan felizmente han recorrido despues. Muchos han supuesto á Bacon inventor de la pólvora, pues en su obra *de secretis operibus* se encuentra la receta de fabricarla; pero hay noticias de que los chinos la conocian desde principios de la era cristiana, si bien no se sabe que la aplicaran á la guerra; y además MARCO GRECO, filósofo del siglo VIII, en su obra titulada *Varii tractatus de alchimia*, describe, no solo el modo de fabricar la pólvora, sino tambien los cohetes; siendo sin duda de este tratado de donde tomó Bacon su receta: pero segun exajera los efectos del producto, se conoce que nunca llegó á prepararle. Este sábio estudió las lentes, dando la teoría del telescopio; notó el primero el error del calendario Juliano, aunque no fué escuchado; y leyendo sus obras, donde están consignados otros muchos adelantos, fácilmente se concibe que en su tiempo fuera tenido por mágico, y que perseguido y encerrado en los

calabozos sufriendo física y moralmente, consignara al fin de su vida un verdadero arrepentimiento por haberse dedicado con tanto interés á la ciencia.

En el mismo siglo aparece el napolitano TOMÁS DE VILLANUEVA, dominico, gran teólogo, que más tarde figura en el catálogo de los santos. En sus obras de Alchimia se encuentran estudios de los metales y sus aleaciones, de los cristales ó imitaciones de piedras finas, y sobre los efectos del aire en la vida animal. También es la época en que reinaba en nuestra patria ALFONSO X, gloria de España, que además de sus *Libros del saber de Astronomía*, de los que hoy dia se publica una magnífica edicion, trabajo á que no es extraña nuestra Academia, escribió su tratado *Clavis sapientiæ*, en que se encuentran, entre otras ideas, algunas importantes sobre la formacion de los cuerpos, y admitiendo los cuatro elementos, están definidos de este modo: el fuego es aire sutil y caliente, definicion que pudiera tomarse hoy para la llama; el aire es fuego grosero y húmedo; el agua es aire grosero, frio y húmedo; la tierra es agua grosera, fria y seca.

No nos detendremos en el exámen de las ideas del catalán ARNOLDO DE VILLANUEVA, que se encuentran en sus obras, y al que se han atribuido los importantes descubrimientos de los tres ácidos, sulfúrico, nítrico y clorhídrico, y aun del alcohol; y pasando en silencio otros nombres más oscuros, encontraremos en el último tercio de este siglo, notable para la ciencia, al eminente sábio RAIMUNDO LULIO, discípulo de Arnolde, y nacido en Mallorca, que fué á la vez teólogo, químico y filósofo. Sin ocuparnos de su juventud novelesca, su larga vida errante y azarosa, y su fin desastroso en las playas africanas, hallamos de este hombre enciclopédico 486 tratados, entre los cuales son notables el

Ars magna y el *Testamento*, y de los que 81 son de química; y no es de extrañar que estudiara tantos diferentes ramos sin dar preferencia á ninguno, puesto que suponía que los conocimientos humanos solo constituían una ciencia indivisible: *Non est pars scientiæ, sed totum*; y atendida su vida intranquila y sus muchos trabajos, no ha faltado quien suponga que existieron dos Lulios contemporáneos, uno el de vida inquieta terminada por el martirio, y otro el sábio escritor. Fundador de una escuela, buscaba la piedra filosofal por la via húmeda ó por destilacion, separándose del camino que habia seguido la generalidad de los alquimistas; y gran observador, estudiaba los productos obtenidos, mostrando mayor empeño en conocer los gaseosos: pero algo le parecía que escapaba á sus investigaciones; no se encontraba satisfecho de los resultados obtenidos cuando trataba de darse cuenta de ellos por una profunda meditacion, lo que era natural desconociendo tantos cuerpos y tantas reacciones químicas, que sin embargo entreveía; y para llenar el vacío que encontraba, ideó su notable teoría de la *Quinta essentia*, que decia ser lo más puro de los cuatro elementos, la cualidad sin la forma. Esta teoría, que tuvo despues decididos partidarios, habia de exajerarse más tarde y llegar casi á nuestros dias, porque con el tal principio trataban de explicar lo que no comprendian, de llenar ese vacío; pero sin embargo no se llenaba, porque solo habian inventado una quimera.

Desde Lulio hasta mediados del siglo XVI, pocos nombres importantes marca la historia de la ciencia. En este periodo encontramos á JUAN DE MEUN, con su romance de la Rosa, en el que dedica un capítulo á la descripcion de la naturaleza, y en otros poemas trata de la piedra filosofal. Tambien aparecen PEDRO DE TOLEDO, imitador de Villanue-

va; NICOLÁS FLAMEL, del que se dijo había llegado á descubrir la piedra filosofal y aun el elixir de larga vida; BASILIO VALENTIN, á quien se atribuyen varias obras, y entre ellas la titulada *Currus triumphalis antimonii*, que trata detenidamente del antimonio, y le aplica á la medicina. Tambien encontramos en los siglos XV al XVI al célebre prusiano COPÉRNICO, que estudiando los antiguos autores, y haciendo por sí mismo interesantes observaciones y cálculos, formó su sistema del mundo, suponiendo el sol como centro de la revolucion de los cuerpos celestes, admitiendo además el movimiento de la tierra sobre su eje. Estas ideas fueron publicadas al fin de su vida, temiendo las contrariedades que habian de suscitarle, y dedicó al Papa Pablo III su obra de *revolutionibus orbium caelestium*.

En el siglo XVI aparece el suizo PARACELSO, primer catedrático de química y física de que se hace mencion en los tiempos modernos, que esplica en Basilea, dando un notable impulso á estas ciencias. Con él puede decirse que nacen las aplicaciones de la química á la medicina, siendo su principio que el cuerpo humano es un compuesto químico, las enfermedades, una alteracion de este compuesto, y que por tanto son necesarios medicamentos químicos para combatir las alteraciones. Proclamándose, con poca modestia, jefe de una escuela, desprecia á casi todos sus antepasados en la ciencia, y sobre todo á los árabes. Busca con empeño la panacea ó medio de prolongar indefinidamente la vida, y admite como Lulio una quinta esencia ó elemento predestinado; y además de este y de los cuatro elementos, admite como Basilio Valentin tres principios en los cuerpos, que son: el mercurio ó espíritu, el azufre, y la sal; teoría que se opone á los elementos de Aristóteles. Llama á los óxidos metales muertos, y reconoce la influencia del aire en la

vida animal y en la combustion. Con su imaginacion acalorada hace concebir á sus discípulos la esperanza de encontrar el disolvente universal, cuerpo de maravillosas propiedades y de bastante importancia para recompensar los mas penosos trabajos. Todavía se encuentra entre los medicamentos de nuestras farmacias el elixir de Paracelso, que es el único de los suyos que tiene uso hoy dia, aunque muy limitado.

Nombres importantes registra la ciencia en los siglos XVI y XVII. AGRÍCOLA, médico distinguido contemporáneo de Paracelso, que escribió entre otras obras un importante tratado de metalurgia. PALISSI, tambien contemporáneo del anterior, infatigable en su estudio sobre las artes cerámicas y esmaltes, al que puede señalarse como el primero de los que se dedican á las aplicaciones de la química á la industria con una perseverancia ilimitada, y sin que le arredre ni aun la miseria. LIBAVIO, GLAUBER y CASSIO, que enriquecen la ciencia con importantes trabajos y dejan sus nombres unidos á ella; y por fin el español VARGAS, notable químico de su época, que escribió sobre los metales, dando á conocer diversas propiedades del antimonio, manganeso y arsénico, y las que adquiere el acero por el temple; que dió tambien á conocer el dorado á fuego; y á quien se atribuye la invencion del grabado al agua fuerte, tal como se practica en el dia.

Pero una interesante figura se presenta en esta misma época. El insigne GALILEO nace en Pisa á mediados del siglo XVI, y desde su juventud se dedica al estudio de las ciencias de la naturaleza, fijándose mas particularmente despues en la astronomía. Apenas cuenta 19 años, y descubre las leyes de las oscilaciones del péndulo, ese aparato tan sencillo y de tan numerosas é importantes aplicacio-

nes. La vida de constante lucha y persecucion de este hombre ilustre empieza cuando todavía bien joven demuestra, en contra de lo afirmado por Aristóteles, que la velocidad de los cuerpos al caer no era proporcional á su peso, afirmacion que contrariaba la creencia de sus colegas de la Universidad de Pisa, enteramente peripatéticos: pero Galileo, valiéndose primero del experimento directo y despues del plano inclinado, reduce á leyes la caida de los cuerpos, y las representa luego por una figura geométrica. Más tarde prepara el anteojo que lleva su nombre, aparato precioso en aquella época, con el cual hace importantes trabajos astronómicos, mide las montañas de la luna, y descubre los satélites de Júpiter y el anillo de Saturno, consignando todo en su *Sidereus Nuncius*. Armado con este mismo anteojo, puede hacer observaciones que le prueban la exactitud de la teoría de Copérnico sobre el movimiento de la tierra alrededor del sol, y siguiendo más adelante, saca deducciones sobre la pluralidad de mundos; teorías en completa oposicion con las doctrinas entonces admitidas por los teólogos y filósofos: y aquí empiezan sus más encarnizadas persecuciones, hasta sufrir en sus últimos años la prision, y un proceso formado por la Inquisicion, que le acusa de hereje relapso, y que termina con su abjuracion en la iglesia de la Minerva de Roma. En este momento se le ha atribuido aquel célebre *E pur si muove*; pero si no es cierto que lo dijo él mismo, lo ha dicho despues la posteridad por él dándole la razon, y llena de compasion y respeto hácia el inocente sábio tan cruelmente perseguido. Todavía tuvo fuerzas para publicar despues el diálogo *sobre las dos ciencias nuevas*, obra que le eleva ella sola á la categoría de sábio distinguido.

Contemporáneo de Galileo es el sajón KEPLER, que estudia las órbitas de los planetas, descubriendo las leyes que

hoy día llevan su nombre y son la base de la moderna astronomía. Se ocupa también del estudio de las matemáticas, haciendo adelantos importantes, y se une en varios de sus trabajos con el danés TICHO-BRAHE, sábio ilustre, que por sí solo forma un sistema mixto entre el de Tolomeo y Copérnico, y estudia infatigable el movimiento de más de 770 estrellas, determinando sus posiciones, sin desatender al mismo tiempo sus observaciones sobre la luna. Notable es aquel período para la astronomía, que adelanta en él á paso de gigante. Y también para la física hay un TORRICELLI, que enseña á medir la presión de la atmósfera y establece principios exactos sobre el movimiento de los flúidos.

El siglo XVII es igualmente fecundo para los adelantos de la ciencia. En él desaparecen tantas hipótesis absurdas, tantos errores de los alquimistas, que marchaban sin brújula por un camino que cada vez conocían ménos. Los esfuerzos de algunos hombres de verdadero talento, que deseaban ver y explicarse lo que veían, empezaban á dar su fruto, y siguiendo el camino de la experimentación y el raciocinio, iban formando la verdadera ciencia, relacionando unos fenómenos con otros, y haciendo un cuerpo compacto de lo que estaba disperso y sin unión. Todavía era necesario más de un siglo para desechar errores notables, para dejar caer la venda por completo de los ojos del químico, y para que la física se desarrollara; pero la gran obra daba principio, y no contribuía poco á ello el que los hombres estudiosos empezaran á comunicarse sus ideas y sus trabajos, asociándose para ayudarse, y produciendo naturalmente estas relaciones entre ellos una noble emulación. En efecto, en esta época nacen las Academias, primero la del Cimento en Toscana, después la Sociedad Real de

Londres, y en seguida la Academia Real de Ciencias de París.

Al principio del siglo aparece el filósofo DESCARTES, fundador de la escuela cartesiana, cuyo principio es: *Yo pienso, luego soy*. Poco satisfecho de las bases en que se apoyaban los conocimientos de los antiguos, duda de todo, y trata de fundar el gran edificio de la ciencia en más sólidos cimientos, admitiendo solamente las verdades evidentes, incontestables. No nos toca presentarle aquí como filósofo metafísico, pero matemático y astrónomo, es digno de ser estudiado. Ocupándose de la astronomía presenta la original teoría de los *vórtices*, suponiendo el sol y las estrellas como centros de unos torbellinos de materia muy sutil, que gira alrededor de ellos: y aunque consigna en su obra *Tratado del mundo*, que el sol es el centro de rotación de estos vórtices, ó de los cuerpos celestes, teme seguir la suerte de Galileo, y los supone girando alrededor de la tierra. Como físico descubre las leyes de la refracción, y como matemático hace adelantar la ciencia de una manera notable con la teoría de los exponentes y las aplicaciones del álgebra á la geometría. La escuela cartesiana tuvo prosélitos y vivió más de medio siglo; pero las doctrinas de otros eminentes sábios la oscurecieron, quedando sin embargo para la ciencia las verdades matemáticas demostradas.

En Francia aparece tambien poco despues PASCAL, que á los doce años es ya notable en la ciencia matemática, y puede por tanto, á pesar de su corta vida, hacer estudios interesantes en el cálculo de las probabilidades, en los principios de equilibrio de los líquidos, y en otros varios puntos de física y mecánica.

Fundador del Colegio filosófico de Londres, que más

tarde tomó el nombre de Sociedad Real, es el irlandés BOYLE, cuyas obras revelan un claro talento y profundos conocimientos: en las publicadas bajo el título *The philosophical works of the honorable R. Boyle..... by Shaw*, se encuentran importantes ideas que despues ha sancionado la ciencia moderna. Duda que [los cuatro elementos de Aristóteles lo sean en efecto, y supone que acaso habrá cuerpos compuestos de varios elementos diferentes, sin que se pueda decir cuántos sean estos. Sus estudios sobre el aire, perfeccionando la máquina neumática inventada antes por OTTO DE GUERICKE, sobre la destilacion, el frio y el calor, son muy notables. Boyle es uno de los que, siguiendo el camino por donde marcha la generalidad de los sábios de su época, lee en el resultado de sus experimentos, busca la razon de este resultado y no deduce de la hipótesis, poniéndose á la cabeza de los experimentalistas.

Esta es tambien la época de LE-FEVRE, fundador de la enseñanza de la química en Francia, y más tarde en Inglaterra. Sus conocimientos están consignados en un tratado de química razonada, obra que da á conocer al mismo tiempo el atraso en que se encontraba la fisica en aquella época, ciencia entonces puramente escolástica, sin más guia que la hipótesis, y rechazando todo experimento. Le-Fevre admite cinco elementos, pero pensando, como Lulio ó Paracelso, que las doctrinas de los peripatéticos no bastan para darse cuenta del modo de ser de los cuerpos, se separa de aquellos y reconoce un *espíritu universal*, atribuyéndole propiedades que despues se han encontrado en el oxígeno en su mayor parte; es decir, que adivinaba este cuerpo, y sobre todo que conocia bien que algo se escapaba á sus investigaciones.

A Le-Fevre sustituye en la cátedra GLASER, autor de un

tratado de química farmacéutica; pero este hombre de verdadero talento, se ve complicado en el célebre proceso de la Brinvilliers, y queda pronto oscurecido.

En aquella época se hace tambien notable por su elocuencia en la cátedra, así como por su elegante estilo, el francés LEMERY, que escribe un tratado de química muy celebrado, el cual se tradujo á varios idiomas, incluso el español. Es curiosa, en la quinta edicion francesa de 1683, una tabla de las virtudes de los remedios que describe en la obra.

No es posible enumerar siquiera los muchos nombres ilustres que se presentan en esta época de progreso científico. El aleman BECHER, autor de la *Física subterránea*, que ha sido calificada despues por su discípulo Stall como *Opus sine pare*, hace una célebre teoría, suponiendo tres elementos ó tierras, *vitrificable*, *combustible* y *metálica*, y supone un ácido primitivo, del que todos los demás debian ser solo modificaciones, pero ácido que no puede encontrar; en sus obras se hallan ideas que más tarde habian de presentarse desarrolladas. El sajón HOMBERG deja su nombre á varios compuestos químicos que descubre, y estudia tambien la física. Pero entre todos estos merece especial mencion el espiritualista STAHL, sábio médico alemán, de profundos conocimientos en muchas ciencias, y cuyas teorías, á pesar de sus errores, no puede negarse que fueron fecundas para la ciencia, desembarazándola de otros errores anteriores, concretando sus principios, aunque no con exactitud, pero dando un gran paso en el camino de la precision, y preparando las ideas para el descubrimiento de importantes verdades. Rechaza, como su maestro Becher, los elementos de Aristóteles; pero estudiando la tierra combustible de aquel, desenvuelve una teoría que ya el mismo Becher inició, por la que admite la existencia de un

principio combinado con todos los cuerpos, al que llama *floxístico*. Esta teoría se explicaba del modo siguiente todos los cuerpos contienen un principio de combustibilidad en estado de combinacion, y por eso son ellos combustibles, siéndolo tanto más, cuanto mayor cantidad de aquel contienen; este principio es el floxístico, y así todos los cuerpos son floxístico más otro elemento, diferente en cada uno: si aquel se desprende, se hace perceptible para nosotros, constituyendo lo que propiamente se llama fuego; de modo que el tránsito del floxístico de combinado á libre, es la combustion. Como consecuencia de esta teoría comete Stahl el error de suponer que los óxidos de los metales son cuerpos simples, y los metales compuestos; idea que tan arraigada estaba en la ciencia desde muy antiguo: así suponía que el óxido ó tierra se unía al floxístico para producir el metal. Nada le decía el ver que el metal era ménos pesado que el óxido, á lo que contestaban despues los partidarios de estas ideas que el floxístico añadía á los cuerpos un peso negativo, porque era más ligero que el aire; pero no consideraban tampoco que el volúmen del metal era menor que el del óxido, lo cual destruía su argumento. Sin embargo, como nunca habia podido Stahl aislar el floxístico, se oponían algunos de sus mismos discípulos á admitirle; despues quiso verse casi puro en el negro de humo, y más tarde en el gas inflamable ó en la misma llama. La teoría del floxístico era absurda, pero partía del mismo origen que la quinta esencia de Lulio, el elemento predestinado de Paracelso, ó el espíritu universal de Le-Fevre: habia una sima que trataba de llenar cada uno á su manera, pero siempre resultaba vacía y por eso variaban de medio; todavía un siglo más, y la veremos llena.

Examinando el progreso de otras ciencias, encontramos el hombre eminente, la gran figura del siglo XVII, el inglés NEWTON, que nace el mismo día en que Galileo, el hombre del siglo XVI, deja de existir, trasmitiéndose la luz de aquella antorcha que sobre su siglo habia derramado tan vivos resplandores, á otra que habia de producirlos todavía más brillantes. El nombre de Newton ha quedado unido á todas las ciencias que fueron objeto de su estudio. Ocupándose de las atracciones moleculares, destruyó errores hasta entonces admitidos; y sus observaciones sobre el calórico que corresponde á los diferentes estados de los cuerpos, le permitieron hacer aplicaciones importantes, y entre otras á la determinación de los puntos extremos de las escalas termométricas. Armado de un prisma de cristal descompone la luz, dando una teoría sobre la diferente coloracion de los cuerpos, y explica el arco iris, del que ya BARTARI se habia ocupado algunos años antes. Descubre la difraccion, y explica los anillos coloreados que observa en los cuerpos de un grueso sumamente pequeño. Aplicando sus estudios sobre la luz, forma el telescopio que lleva su nombre, mejorando el de GREGORI; dispone un microscopio perfeccionado; y se ocupa tambien de los fenómenos de la vision. En mecánica hace importantes descubrimientos, y como resultado de sus observaciones y meditaciones, sienta el principio de que cada porcion de materia atrae á otra en razon directa de su masa é inversa del cuadrado de la distancia; principio que, generalizado, es el de la atraccion universal, del que saca las consecuencias para la gravitacion y la gravedad. Observando el movimiento de los planetas, forma su teoría de las fuerzas centrales, y comprueba las leyes de Kepler, deduciendo de todo la explicacion de varios fenómenos ya notados en el movimiento de los planetas.

Este observador profundo, que llega á tan importantes descubrimientos *pensando constantemente en ellos*, como él mismo decia, auxiliaba con el cálculo sus observaciones, del que deducia nuevos principios, nuevas verdades; pero sin duda le parecia estrecho el círculo de los conocimientos matemáticos de su época, y por eso le ensanchaba con el cálculo de las *fluxiones* y con otros estudios especiales, entre los que se encuentra el desenvolvimiento de las potencias de un binomio, al que hoy día va tambien unido el nombre de este sábio. Hombres como Newton solo aparecen á largos intervalos, para que las generaciones que les siguen tengan una idea del poder y grandeza del Criador, y para que aprovechen despues los grandes adelantos que dejan tras de sí. Su contemporáneo el sajón LEIBNITZ, le disputó la primacia en el descubrimiento del cálculo de las fluxiones ó *infinitesimal*; pero sea que le descubrieran á un tiempo, ó el uno antes, hay gloria bastante para los dos, y ambos trabajaron en la ciencia lo necesario para que sus nombres pasaran á la posteridad. Y no es solo Leibnitz quien ha disputado á Newton algunos de sus descubrimientos; hoy día se quiere suponer á Pascal como el primero que descubrió la atraccion universal; los mantenedores de este supuesto llevan la peor parte en la contienda, pero aunque así no fuera, ni ellos ni nadie lograrán nunca bajar de su elevado pedestal la gran figura de Newton.

En la misma época otros nombres ilustres en la ciencia pueden citarse que hacen digna compañía al gran sábio: su amigo el francés MOIVRE, el escocés MAC-CLAURIN y varios otros, hubieran sido por sí solos bastante para ilustrar aquellos tiempos.

Nos encontramos en el siglo XVIII, tambien fecundo en hombres eminentes, y en el que las ciencias dan un

gran paso, y van desapareciendo antiguos errores, aunque todavía no completamente. Nombres bien dignos de mención se nos presentan, pero sería interminable la lista. El americano FRANKLIN, tan notable en la ciencia como en la política de su país, estudia la electricidad, presentando de ella una ingeniosa teoría, probando después con sus experimentos que existe en la atmósfera y es la causa de varios fenómenos; dando como resultado de sus estudios á mediados del siglo, el para-rayos, ese aparato tan útil como sencillo. El prusiano MARGGRAF saca azúcar de la remolacha, creando para más tarde una industria de tan grandes resultados. El sueco BRANDT hace importantes estudios, en particular sobre el arsénico y cobalto. Su compatriota BERGMANN, profundo observador, acostumbrado á la exactitud matemática, se adquiere una merecida celebridad por sus vastos conocimientos en varias ciencias, y deja interesantes estudios sobre el ácido carbónico y otros cuerpos. Entre sus títulos de gloria, puede sin duda presentar el de haber dado á conocer á su amigo y compatriota, el modesto tanto como sábio SCHEELE. Este hombre eminente en la oscuridad de una aldea, y sin poder apenas reunir los necesarios recursos de toda clase, con malos medios y pocos aparatos, logra sin embargo enriquecer la ciencia con importantes y numerosos descubrimientos. ¡Ejemplo grandioso de lo que puede el génio perseverante! Entre los cuerpos simples, descubre el oxígeno y el cloro, y prepara el descubrimiento del fluor. Encuentra también la barita, que da como cuerpo simple; y adivina el tungsteno y el molibdeno en sus ácidos. En cuerpos compuestos descubre un gran número de ácidos, entre los que se cuentan el tártrico, silícico, láctico, cítrico y prúsico. Estudia la glicerina y otros cuerpos, fijando sus caracteres y propiedades, y en

fin, da la composición del aire, descubriendo las propiedades del oxígeno, que llama aire de fuego, y las del azoe, ó sea aire corrompido. Sus teorías amenguan un tanto su gloria, sobre todo cuando se ocupa del floxístico y de la unión de este con el aire de fuego; siendo extraño que un hombre tan observador, y que tanto apreciaba el testimonio de los sentidos, admitiera el floxístico, esa creación quimérica que escapaba á todos ellos, sin ocurrírsele tampoco el consultar la balanza, que le hubiera sacado de algunos de sus errores. No dejará por eso de ser una gran figura en la ciencia, pues además ha trazado el camino que debe seguirse en este estudio de observación y experimento, y es sin duda uno de los principales fundadores del análisis cuantitativa.

Al mismo tiempo que en la pobre aldea de Suecia trabaja infatigable Scheele, llena con su nombre la Inglaterra otro génio semejante, llamado PRIESTLEY. Este hombre singular, preocupado toda su vida por una exaltación en sus ideas religiosas, no se ocupa de la ciencia tanto como hubiera sido de desear, y sin embargo, admira el número y calidad de sus descubrimientos. Empleando indistintamente la destilación, las reacciones químicas ó la calcinación, descubre y estudia los gases más importantes; fija las propiedades del hidrógeno y del ácido carbónico, que eran ya conocidos; descubre la existencia del azoe y después del oxígeno, un poco antes que Scheele; y es uno de los que primero dan ideas fijas sobre la respiración y combustión. Obtuvo el ácido clorhídrico y el amoníaco gaseoso, que hasta entonces no se conocían sino en disolución; y descubrió el óxido de carbono y otros gases de los más importantes en la química, hasta el número de nueve. Sin embargo, también partidario decidido del floxístico, á pesar

de las ideas que en contra de él surgian ya en aquella época, no quiere oír que es un fantasma, y sus teorías en este punto, ya por sus ideas particulares, ya como él mismo confiesa, por falta de sólidos conocimientos que le sirvan de base en la ciencia de que se ocupa, son enteramente absurdas. Estos dos hombres notables, Scheele y Priestley, ensanchan de un modo prodigioso el campo de la ciencia, el primero con su química de los cuerpos orgánicos é inorgánicos, y el segundo con la de los gases, que maneja con admirable facilidad; y aunque en carácter y aun en algunas ideas son completamente diferentes, coinciden en la creencia del floxístico, que les hace á los dos en varios casos extraviarse del buen camino. Tambien Priestley, sin duda por su amistad con Franklin, se ocupó de electricidad, y dejó escrita una historia de este flúido.

Llegamos á la interesante figura de esta época misma, al génio sublime que aparece para cambiar completamente los fundamentos de la química, para darla otra nueva forma, para crear, en una palabra, la ciencia moderna: este génio se llama LAVOISIER. Su principio es que nada se extingue en la naturaleza; que solo cambia de forma. Si se combinan dos cuerpos, dando lugar á un tercero, allí están los dos; pero, ¿cómo ver esto? ¿Cuál será el medio seguro? Su peso, que no puede sufrir alteracion: consultando la balanza se encontrará que el compuesto pesa lo mismo que los simples; si pesa más, es que se ha unido algun otro cuerpo, aunque no se haya puesto; este otro hay que buscarle: si pesa ménos, es que se ha perdido algo; búsquese el qué y cómo lo ha perdido. Y consultando la balanza, descubre la verdadera composicion de los óxidos, fijando el papel que hace en ellos el oxígeno, que él no descubrió pero reconoció por lo ménos sus propiedades; y siguiendo este

método, siempre con la balanza en la mano, hace importantes descubrimientos. Más tarde reconoce en el oxígeno el agente engendrador de los ácidos, y que es necesario para la combustión y para la respiración, de la que da ideas fijas. Analiza el aire por un método que hoy se usa todavía; reconoce la exacta composición del ácido carbónico; y después, iluminado por una idea que le sugiere LAPLACE, reconoce la composición del agua, siéndole fácil con esto la explicación de cómo se disuelven los metales en los ácidos; completando también muchos de sus análisis anteriores, en los que la balanza le acusaba falta de peso á causa de la formación de agua, fenómeno que hasta entonces escapaba á su penetración. Como resultado de sus trabajos reduce á fórmulas todas las reacciones químicas de la manera que hoy se hace, con la diferencia que él formula por el peso; unido después con GUYTON de MORVEAU, inventa también una nueva nomenclatura de la química. Llegado á esta altura en sus descubrimientos, y seguro de su fuerza, emprende un ataque decisivo contra el flojístico, que no puede resistir á su lógica y experiencia; y la creación de Stahl queda completamente destruída, por más que algunos secuaces de ella traten de sostenerla por un poco de tiempo todavía. Y ¿cómo podía de resistir después de la luz que sobre la ciencia se había derramado? Ya no era necesaria, ni quinta esencia ni ninguna de las demás creaciones absurdas, puesto que los fenómenos se explicaban con claridad sin que resultara el vacío que hasta entonces había existido: allí estaba el oxígeno con sus propiedades, el agua descompuesta, el hidrógeno desprendido y otros fenómenos descubiertos por Lavoisier para desvanecer la oscuridad; ya se podía marchar desde entonces con paso firme. Pero este gran químico es también físico, y sus trabajos

como tal, no son ménos importantes. Despues de haber demostrado, siempre con la balanza, que el calórico no pesa, es el primero que reconoce que se encuentra en los cuerpos de dos maneras: libre, en cuyo caso es sensible al termómetro, se desprende fácilmente del cuerpo que le contiene y tiende al equilibrio con sus inmediatos; ó combinado, y entonces ni es sensible al termómetro ni se pierde pasando á otros cuerpos; así queda reconocido el calórico latente, fijando despues por medio del calorímetro, que inventa con Laplace, las diferentes capacidades caloríficas. Así tambien demuestra que un sólido, más una cantidad de calórico, es el mismo cuerpo líquido, y este mas otra cantidad de calórico, es vapor. Tambien, ayudado por Laplace, estudia el calor producido por la combustion de un cuerpo, y el producido por la respiracion, que hace ver es una verdadera combustion de cierta cantidad de carbono. Son igualmente notables sus trabajos sobre desarrollo de electricidad en las reacciones químicas, teoría que hoy explica muchos fenómenos, y que es la base de importantes aplicaciones. Lavoisier, con un talento privilegiado, con una fuerza de voluntad extraordinaria, sabe sacar las consecuencias que se deducen de sus descubrimientos, y ve más claro cuanto más penetra en el caos de la ciencia, porque le guian su brillante imaginacion y su sana razon. Los trabajos de este hombre ilustre han quedado consignados en un gran número de memorias y en un tratado de química en el cual incluye mucha parte puramente fisica. Presenta al principio de este tratado, en forma de tablas, las combinaciones de los cuerpos, añadiendo observaciones sobre ellas, y estas observaciones constituyen la obra de química: á continuacion se encuentra la potencia calorífica de algunos combustibles, medida en libras de hielo fundidas, y la manera de hallar

el calórico específico de los cuerpos por medio del calorímetro, siguiendo á esto, otros puntos puramente físicos y aun mecánicos, y añadiendo una tabla muy extensa de densidades, y otras tablas de utilidad para los químicos. Esta obra, si por antigua no contiene todo lo que hoy dia se sabe, tampoco tiene nada contrario á las doctrinas admitidas ahora, siendo la primera escrita de la ciencia moderna, la base del gran edificio de hoy. Su entusiasta admirador Mr. Dumas hace ahora una edicion completa de todas sus obras. ¡Y esta vida de trabajo, lumbrera de la ciencia, que tanto contribuye á la civilizacion del mundo entero, cuando contaba poco más de cincuenta años, es cortada por la fatal cuchilla de la revolucion; sin que fuera bastante á detenerla, ni los trabajos empezados que habian de quedar sin concluir, ni los que prometia, tan importantes como que tenian por objeto la respiracion, el calor animal, la sanguificacion! ¡Y sin reparar que aquella vida era del mundo y no de la Francia; que pertenecia á un hombre extraordinario, y que no era criminal!.... La época de Lavoisier es notable para la ciencia; en ella empieza una nueva era, y desde entonces avanza con paso rápido y seguro, puesto que descansa en sólidos fundamentos. Los hombres importantes salen al paso con sus trabajos. El sajón WENTZEL, estableciendo los principios que sirven de punto de partida á Lavoisier, de que nada se destruye en la naturaleza ni nada se crea, materia ni fuerza química, y que antes tambien que Lavoisier empieza á aplicar la balanza, haciendo preciosos análisis de sales; ROUELLE y BEAUMÉ, cuyas controversias arrojan tan viva luz sobre la química de las sales; el prusiano RICHTER, estudiando tambien las disoluciones salinas y la sustitucion en ellas de unos metales por otros; PROUST, á quien podemos llamar español,

aunque nacido en Francia, pues en nuestra patria pasó los mejores días de su vida y ejecutó sus más importantes trabajos, vencedor en una memorable controversia con BERTHOLLET, en la que deja establecido que los cuerpos se combinan en proporciones fijas y no en cantidades indefinidas; que descubre los hidratos y el azúcar de uva; y tantos otros químicos eminentes que cita el Sr. Bonet, apuntando los trabajos propios de cada uno, son los colaboradores de los adelantos científicos de aquel tiempo.

Pero también en esta misma época avanza el estudio de la física, sirviendo en muchos casos de auxiliar á la química. El boloñés GALVANI observaba en una rana movimientos particulares cuando ponía en comunicación metálica los nervios y músculos, y creía encontrar un fluido eléctrico particular. Su compatriota VOLTA, á quien deben las ciencias físicas un gran número de adelantos y aparatos, suponía que el fenómeno observado en la rana era efecto de la electricidad producida por el contacto de dos metales diferentes, y esforzando cada adversario sus ideas con nuevos experimentos, aunque equivocando los dos el origen del fluido que producían, formaban los cimientos para el descubrimiento de la electricidad dinámica, manantial tan fecundo hoy día de admirables aplicaciones. Volta preparaba sus pilas, y con ellas después CARLISLE y NICHOLSON descomponían el agua, presentando el fundamento de la teoría electro-química moderna, que DAVY presentaba con su profundo talento y como resultado de sus trabajos, los cuales le hacían enriquecer también el catálogo de los cuerpos simples con la preparación de varios de ellos, que extraía de sus óxidos por medio de las corrientes eléctricas; deduciendo por analogía que otros cuerpos ó tierras debían ser también óxidos de otros metales: suponía, sin embargo,

que el contacto de los cuerpos formaba la electricidad, teoría abandonada hoy por la de las acciones químicas, pero que fué la seguida por muchos notables físicos y químicos.

Desde esta época, los hombres eminentes son también en mucho número, y sus descubrimientos tan grandes y tantos, que apenas pueden seguirse. El Sr. Bonet ha trazado extensamente y con maestría el cuadro de los adelantos de la química moderna; y como además los medios de observación y todos los auxiliares se han perfeccionado, no es extraño que las ciencias hayan marchado con celeridad prodigiosa. Los cuerpos simples, que en tiempo de Lavoisier eran conocidos en muy corto número, pasan hoy día de 60, entre los cuales se cuentan los aumentados con el bello descubrimiento del análisis espectral de BUNSEN y KIRCHOFF. Y no solo ha adelantado la química, sino que se han sacado de ella aplicaciones prácticas asombrosas y de la mayor importancia. Ved si no esos restos de las destilaciones de las hullas, que apenas tenían antes aplicaciones, convertidos en tan bellos y variados productos, en los colores de la anilina, en parafina y otros. Ved la remolacha produciendo azúcar; el sebo dando la estearina; las sustancias grasas, la cera vegetal; ved obtenido el aluminio, precioso metal por su belleza y poco peso; el magnesio, que se oxida con tan brillante luz; y observad otras tantas industrias que han nacido ó se han modificado en este siglo, y que sería demasiado largo enumerar.

Pero si la química ha hecho grandes adelantos, no se han quedado atrás las demás ciencias. Perfeccionados los anteojos astronómicos, se hacen multitud de descubrimientos en astronomía, en cuya ciencia hay que apuntar nombres tan importantes como los de GASPARI, GOLDSMIDT, STRUVE,

ARAGO, LEVERRIER y tantos otros. En este siglo se han descubierto los planetas asteroides, que hoy son en número de 95; también se ha descubierto el planeta Neptuno y un satélite de él; dos nuevos satélites de Urano y uno de Saturno; se han estudiado antiguos cometas, y reconocido nuevos; se han hecho estudios importantes de la luna y el sol, y otros cuerpos celestes. La meteorología, esa ciencia de tan útiles aplicaciones, se ha creado, inventándose aparatos que, cual seres animados é inteligentes, escriben exactamente los distintos fenómenos de la atmósfera.

¡Qué asombrosos adelantos en la mecánica! Ved al escocés WATT perfeccionando á fines del siglo pasado las máquinas de NEWCOMEN, de BRIGHTON y SAVERY, utilizando los descubrimientos de sus antecesores CAUS, PAPIN y otros, hasta llegar á producir la máquina de vapor que lleva su nombre, la cual muchos mecánicos varian despues de mil maneras, apropiándola á las necesidades particulares del trabajo que han de producir, que luego FULTON aplica á la navegacion, y STEPHENSON á la locomocion terrestre, haciendo entre todos una revolucion que cambia las condiciones de la humanidad, dándola una fuerza dócil y tan poderosa como quiera para su industria, y para el transporte por tierra ó agua de las personas y productos.

Las ciencias físicas hacen adelantos tan notables como las demás. En la cámara oscura, conocida desde fines del siglo XVI, las imágenes eran fugaces, duraban solo el tiempo que los rayos luminosos entraban en ella desde el objeto; pero estaba reservado al presente siglo el fijarlas, y vino DAGUERRE y FOX-TALBOT, y primero en una plancha metálica, y despues en un papel ó en otro cuerpo diferente, quedan fijadas de una manera permanente: y este descubrimiento se amplía con otros que le perfeccionan, y ade-

lanta todos los dias por los esfuerzos de tantos hombres de génio y perseverancia que se ocupan de esta cuestion.

La electricidad, conocida desde tan remota antigüedad, y que apenas nada habia adelantado en muchos siglos, se hace en el nuestro un instrumento dócil y casi inteligente, que produce sorprendentes aplicaciones con los descubrimientos de ERSTED y ARAGO, AMPERE y FARADAY y muchos otros. El ruso JACOBI y el inglés SPENZER, aplican este flúido á la descomposicion de las sales, creando la galvanoplastia. Davy le aplica á producir luz; pero las nuevas pilas de BUNSEN, DANIELL y algunos más, ó el electro-magnetismo que descubren los físicos ya citados, y que perfeccionan otros, son el manantial del flúido que en varios aparatos, como los de DUBOSCQ, FOUCAULT y SERRIN, produce una brillante luz, cuyas aplicaciones aumentan cada dia.

FROMENT prepara máquinas que trasforman la electricidad en fuerza, las cuales esperan un manantial de flúido abundante y á bajo precio para desarrollarse, y competir con los demás manantiales de fuerza.

Los estudios sobre el electro-magnetismo abren el camino á BREGUET, WHEATSTONE, MORSE, y despues á otros muchos, entre ellos á CASELLI y HUGENS para transmitir el pensamiento con una velocidad inconmensurable, en signos fugaces ó en permanente escritura, y sin que la distancia, ni la inmensa masa líquida de los mares, sea obstáculo á la trasmision. Y la electricidad se aplica hoy á tantos usos distintos, que sería larga su enumeracion.

Sí se estudia el lento y trabajoso adelanto de las ciencias de la naturaleza en los pasados siglos, y se observa la rapidez con que caminan en el presente, la imaginacion se extravía; y quien trata de seguir este adelanto desmaya fácilmente y cae fatigado, pero al mismo tiempo lleno de

noble orgullo. Y, como hemos visto, no es solo la ciencia teórica la que ha hecho tales progresos; tambien sus aplicaciones útiles han seguido el mismo rápido camino. Si se quiere formar una idea de cuál ha sido este, trasladémonos con el pensamiento á principios del siglo, á la época de nuestros abuelos, y pensemos si podríamos soportar con paciencia aquella vida que hoy sería para nosotros de privaciones. ¿Se trata de nuestra comodidad y bienestar? De seguro que no nos conformaríamos con las construcciones y elementos de todo género que existian en aquella época, en que una alfombra, un papel pintado, era solo permitido á las grandes fortunas; que la luz era la bujía de sebo ó cera, ó cuando más una lámpara de aceite en las peores condiciones; que el caldeo era todo lo imperfecto que podia ser, y la ventilacion no existia: comparad esto con una habitacion del día, en donde el adorno, el alumbrado de las lámparas de hoy ó del gas, el caldeo y la ventilacion llevan tantas ventajas á los sistemas antiguos, y están al alcance de la mayoría de las familias, produciendo su bienestar. Notad el precio y la perfeccion de lo que nos es necesario en vestidos, muebles, utensilios y objetos precisos ó de lujo, y vereis la diferencia debida al empleo de las máquinas, que, verdaderos autómatas, fabrican con una exactitud matemática, y á un coste mucho menor, sustituyéndose en ellas, cuando es necesario, la fuerza del vapor á la del hombre ó la caballería. Ved si podríamos acomodarnos á caminar en los vehículos de aquel tiempo, que hacian marchar en un dia, con todo género de incomodidades y esposiciones, el camino que hoy puede andarse en una hora, con la mayor comodidad, mucho más seguro y por un precio reducido. Y si este transporte era cruzando los mares, notad las ventajas del barco de vapor sobre el

de vela. ¿Podríamos conformarnos hoy con la supresión del telégrafo eléctrico, que nos privaría de transmitir nuestro pensamiento á cualquier distancia con la velocidad del rayo, y saber los acontecimientos de todos los países en el mismo instante que se están verificando? Tended la vista á cualquier punto, y ved al agricultor ayudado con máquinas admirables que aran, siembran, y hacen todas las demás labores con grandes ventajas y economías; al obrero con herramientas que multiplican extraordinariamente su poder; al industrial de toda clase, con materias primeras nuevas y de resultados notables, con aparatos de tan fácil manejo como prodigiosos en sus productos; y en una palabra, ved la vida del individuo prolongada por la mayor suma de bienestar y el menor número de causas que obran contra ella. ¿A qué se deben estos resultados? A las ciencias de que nos hemos ocupado, y solo á ellas; y el que intente poner un dique á su marcha, hará lo que el que tratara de contener el ímpetu de un torrente: si por un momento lograba su objeto, pronto serian rotos los diques, y arrastrado el atrevido por el impulso aumentado de la corriente. ¿Cuál será el término de este progreso científico? El Sr. Bonet concluye su notable discurso diciendo, que el tiempo que necesitará la ciencia para llegar á la meta que se ha propuesto, dependerá de causas que indica. Y ¿dónde se encuentra esa meta? La ciencia del hombre será siempre como la asíntota de una curva: progresará; podrá acercarse más y más á los misterios de la naturaleza; pero ¿podrá aquel poseerlos por completo, llegar á tocar el límite de la verdad, el extremo de lo que le está todavía oculto? Imposible, porque si tal sucediera, el hombre se trasformaría en un Dios.