

Sir John Herchel, en sus «Bosquejos de Astronomía», publicados en mil ochocientos treinta y tres, hizo importantísimas disquisiciones sobre la relaciones que existen entre el sol y nuestro planeta en lo tocante á sus fuerzas activas. Los rayos de aquel astro son la fuente de casi todos los movimientos que se efectúan en la superficie de la Tierra: su calor es el que produce los vientos y engendra las perturbaciones en el equilibrio eléctrico de la atmósfera, de las cuales resulta el relámpago y, probablemente, el magnetismo del globo y las auroras boreales; por su influencia vivificadora, los vegetales se alimentan de las materias inorgánicas y sirven, á su vez, de substancia nutritiva á los animales y al hombre; al mismo agente se debe la formación de los grandes depósitos de carbón, cuya influencia dinámica es tan grande para las necesidades de la humanidad. Su calor es el que alza en forma de vapor el agua de los mares, para hacerle circular en el aire, regar después los campos, formar las fuentes y los ríos. Estas grandiosas observaciones no necesitaban más que completarse con las comprobaciones de los físicos modernos, para convertirse en la fiel exposición del gran principio de la conservación de la energía, tanto en el mundo orgánico como en el mineral.

La afirmación de que el resorte del dinamismo entero de nuestro globo radica en el sol, resuelve en grandiosa síntesis un gran cúmulo de cuestiones; pero transporta la dificultad de origen primero de toda la energía á un campo de investigación sumamente difícil. Mucho se ha meditado sobre el mecanismo maravilloso que alimenta invariablemente el calor y la luz solares, llegando á suponerse que ambos son engendrados por la precipitación de masas meteóricas, que vendrían periódicamente á perder su velocidad y hundirse en la superficie del sol. Esta hipótesis fué ampliamente desarrollada por Mayer, en una memoria sobre la «Dinámica celeste», publicada en mil ochocientos cuarenta y ocho, á la que habían precedido otros dos grandiosos trabajos: «Sobre las fuerzas de la naturaleza inorgánica», en mil ochocientos cuarenta y dos, y sobre el «Movimiento orgánico», en mil ochocientos cuarenta y cinco.

En punto al proceso de luz, dominaban en el período á que nos contraemos, las ideas de Newton, el cual la suponía constituida por partículas elásticas de una pequeñez inconcebible, lanzadas con vertiginosa rapidez por los cuerpos luminosos. Semejantes partículas, al caer sobre las superficies pulimentadas, se reflejaban conforme á las leyes ordinarias del choque de los cuerpos elásticos. La refracción era un efecto de la fuerza atractiva ejercida sobre las partículas de la luz, y, en fin, los diferentes colores provenían de las dimensiones de las partículas. Con su talento prodigioso, explicó Newton tan cumplidamente al parecer los principales hechos de la óptica, que su teoría, llamada de la emisión, fué aceptada en casi toda la primera mitad del siglo décimo-noveno, contando entre sus adeptos nombres tan esclarecidos como los de Laplace y Malus, y más posteriormente, los de Biot y Brewster. Sin embargo, Thomas Young, en Inglaterra, á fines del siglo

décimo-octavo, había visto con toda claridad que la luz consistía en vibraciones; hizo que las ondas luminosas se superpusieran, obligándolas á fortificarse mutuamente ó á extinguirse á su voluntad; dedujo sus longitudes y hasta explicó en parte el fenómeno tan misterioso entonces de la polarización. Young, muy superior á su tiempo, no encontró atmósfera científica que le alentara, ni logró siquiera ser entendido; solamente los sabios franceses Fresnel y Arago penetraron el alcance de sus descubrimientos, particularmente el de las interferencias luminosas, que fué el más importante. Fresnel, gran físico, inteligencia superior, corazón noble y generoso, supo, con su gran dominio de las matemáticas, dar á la teoría la generalidad que no podía recibir de manos de Young; pero cuidó de no apropiarse las ideas de este sabio oscuro y desconocido, á quien ensalzó extraordinariamente. No hay para qué decir que la doctrina de la vibración era la consecuencia de la concepción del éter, concepción sostenida y aplicada á diversos fenómenos por el famoso astrónomo Huyghens, adoptada y defendida por el no menos célebre matemático Euler, pero que, rechazada por Newton, tardó mucho en propagarse bajo el contrario peso de tan grande autoridad.

Enumeraremos rápidamente la serie de descubrimientos que se realizaron en breve tiempo por eminentes físicos, y cuya difícil interpretación dió al fin la victoria á la doctrina del éter sobre la de la emisión. En mil ochocientos ocho, Malus, mirando el sol reflejado por una ventana del palacio de Luxemburgo, en París, á través de un espato de Islandia, descubrió la polarización de la luz por reflexión; en mil ochocientos once, Arago vió los espléndidos fenómenos de la luz refractada por placas de yeso, y en breve dió á conocer la rotación del plano de polarización por los cristales de cuarzo; en mil ochocientos trece, Leebeck descubrió la polarización por la turmalina, y en el mismo año, Brwster, las magníficas bandas coloreadas que rodean los ejes de los cristales biáxicos; en fin, Wollaston, en mil ochocientos catorce, daba cuenta de los anillos que se producen en el espato de Islandia. Todos estos hechos, que aislados constituían problemas de imposible solución y parecían llevar la óptica á un verdadero caos, se fueron enlazando y transformando en un grandioso conjunto, para dejar probada de una vez para siempre la teoría de las ondulaciones del éter.

Demostrado que la luz no consiste más que en vibraciones, claro está que la misma teoría se había de aplicar en seguida para explicar la naturaleza del calor, el cual se conduce en lo esencial con arreglo á las mismas leyes que aquella, según se ha probado de un modo completo en los tiempos modernos. El estudio de las relaciones entre estos dos agentes comienza con Sir W. Herschel, el cual hizo pasar un termómetro á través de los diversos colores del espectro solar y marcó la temperatura correspondiente á cada uno, encontrando que ésta aumentaba del violeta al rojo; dedujo, además, la importante conclusión de que el sol emite rayos de color oscuros, no acompañados de luz, y lo comprobó

pasando su termómetro hasta el espacio sombrío que queda después del rojo. Y ya que del espectro hablamos, recordaremos de pasada que Plücker, por aquel tiempo, inició á Rirschhoff y Bunsen en el análisis por el prisma de la luz de las llamas, de donde surgió más tarde, en manos de estos hábiles experimentadores, el maravilloso análisis espectral, de que se tratará al hacer la historia de la Física en la segunda mitad del siglo décimo-noveno.

Una de las glorias mayores de dicho período es sin duda el descubrimiento de la electricidad, ese maravilloso agente que, no obstante su intervención en tantos procesos naturales y sus manifestaciones tan grandiosas, había pasado inadvertido á los sabios de la antigüedad. Su estudio, constituido en nuestros días en verdadera ciencia, fué, en la primera mitad del siglo décimo noveno, obra exclusiva de laboratorio, de gabinete, en donde se preparaba para salir un día al mundo de lo útil, desde el punto de vista de la vida práctica. La idea inicial de la electricidad se debe á Galvani, quien, poniendo en comunicación por un conducto metálico los nervios lumbares con los crurales en un anca de rana muerta recientemente, observó las convulsiones que se produjeron; atribuyó el hecho á la existencia de electricidades contrarias que circulan por los nervios y músculos del animal, siendo su organismo un condensador, que se descarga por el arco metálico que pone en comunicación las dos armaduras. Semejante explicación no satisfizo á Volta, el cual opinó que el origen de la electricidad productora de las contracciones radicaba en el contacto de los dos metales que debían formar el arco, y esto le indujo á inventar la primera pila que se ha fabricado, consistente en discos de cobre y zinc superpuestos, interponiendo entre cada par de discos una roldana de paño mojada en agua acidulada, y con esta pila demostró que se producía electricidad libre negativa en el primer cobre y positiva en el último zinc, unidos los cuales con un alambre, circulaba por éste la electricidad sin que desapareciera la tensión de los discos extremos, que llamó polos.

No entraremos en más detalles acerca de esta discusión memorable, limitándonos á decir que el verdadero concepto de la electricidad nació con Volta y su pila: todo lo anterior á él son meros presentimientos, sin excluir las observaciones de Gilbert, Gray, Franklin y Æpinus. Si con Volta se estudió la electricidad en sí misma, con Ersted, sabio de Copenhague, se investigaron, en mil ochocientos veinticinco, las relaciones de la electricidad y el magnetismo, abriéndose nuevo campo de explotación, donde Ampère descubre las leyes de las corrientes; Miguel Faraday, los fenómenos de la inducción; Arago y Sturgeon la imanación del hierro dulce por dichas corrientes. Como natural consecuencia, surgen los galvanómetros para medir las intensidades de aquéllas; descúbranse las leyes de sus variaciones, formuladas por Ohm y Pouillet; se construyen los electro-imanés, y, en breve, los telégrafos eléctricos.

Faltaba, sin embargo, para formarse de la electricidad un concepto menós abstracto

del que tuvieron dichos grandes iniciadores, compararla y relacionarla con las demás energías naturales, mejor conocidas que aquélla. Forbes, en mil ochocientos treinta y cuatro, abrió la marcha señalando el paralelismo entre la conductibilidad de los metales para el calor y la electricidad; mas no se fijó la atención, por entonces, en la transcendencia de esta observación. En cambio, la despertaron muy grande los trabajos posteriores de Joule, consistentes en demostrar que la cantidad de calor desarrollada en un hilo metálico por el paso de una corriente eléctrica, es directamente proporcional á la resistencia del hilo; de donde se infirió que los átomos, al pasar la corriente, se lanzan contra barreras que les oponen obstáculos, y que estos movimientos son los que ponen caliente el hilo: concepción que han confirmado los físicos por medio de brillantes experiencias.

La síntesis de todo el gran movimiento de la Física, sumariamente bosquejado, es que los llamados antes flúidos imponderables, siguiendo las ideas de Newton, no son más que manifestaciones de la energía natural, transformables unas en otras. Así, en toda su generalidad, Euler fué el primero en concebir la teoría enunciada, lo que le sugirió la idea del éter, según arriba consignamos. Poncelet, en mil ochocientos veintiséis, precisa la noción con la palabra *trabajo*, y Tomás Young designa por primera vez la fuerza viva de un cuerpo en movimiento con el dictado de *energía*, al que damos hoy casi idéntica significación que hace veinticuatro siglos le atribuyera Aristóteles.

Imperaban en la Química, como en la Física, las teorías newtonianas á principios del siglo décimo-noveno. Según éstas, los fenómenos químicos son debidos, como todos los demás, á la atracción, la cual puede convertirse en repulsión cuando obra á determinada distancia de las masas. La afinidad es una fuerza directora de unos átomos sobre otros, y que está encadenada en el espacio infinitesimal de una molécula. En suma, esta fuerza es un caso particular de la atracción universal. Berthollet, químico eminente y de altos vuelos, empezó por sentar, en mil ochocientos tres, que la fuerza que mantiene unidos los átomos para constituir la molécula, es directamente proporcional á su masa activa y á una constante que depende de la propia naturaleza de cada cuerpo: estas y otras ideas transcendentales, consignadas en su famoso «Ensayo de Estática química», no comprendidas por sus contemporáneos, tendían á considerar la afinidad desde un punto de vista genuinamente matemático. Examinados hoy, transcurrido un siglo, sus conceptos parecen verdaderas profecías científicas. Puede ocurrir el caso, decía el sabio químico, que las afinidades de los cuerpos, como las fuerzas que estudia la Mecánica, lleguen á actuar en sentido opuesto y, por lo tanto, á producir un *equilibrio químico*: noción y denominación que introdujo y desarrolló en sus célebres investigaciones acerca de las acciones mutuas que se realizan entre cuerpos en disolución. Proust combatió estas ideas; pero Berthollet se defendió con tal sagacidad, que consiguió fijar la atención hasta de los más adictos á las teorías de aquél.

Indudablemente, la Química se extravió en punto á sus concepciones generales durante mucho tiempo, para volver, á fines del siglo último, á las ideas que en su comienzo expusiera Berthollet. En efecto, los puntos de vista iniciados por Ersted y desarrollados después ampliamente por el gran Berzelius, que han prevalecido durante mucho más de medio siglo, parece ponían una valla infranqueable á todo progreso en el sentido mecánico y de la unidad de las grandes energías naturales. Sostuvieron estos investigadores que los fenómenos químicos y los eléctricos son dependientes de una misma causa, y hasta tal punto daban supremacía á esta conexión, que desestimaba todas las demás relaciones con otras manifestaciones de la actividad. Berzelius amplió la noción de Ersted con el concepto de la polaridad en la electricidad de los átomos: á semejanza de lo que ocurre en la turmalina cuando se la calienta, decía, en cada átomo se produce en un extremo la electricidad positiva y la negativa en el opuesto. Las electrólisis realizadas por Carlisle, Nicholson, Henry y el mismo Berzelius, y, sobre todo, las de los álcalis que logró Davy en mil ochocientos siete, sirvieron para reforzar la idea de que todas las combinaciones y descomposiciones químicas no son más que el resultado de acciones eléctricas. En resolución, para Berzelius, las moléculas son grupos de átomos, que están retenidos por una fuerza semejante al magnetismo, y la afinidad no es otra cosa que la atracción que ejercen unos átomos sobre otros por virtud de su polaridad. Tal es, á grandes rasgos, la teoría electroquímica, que ha imperado durante unos treinta años, completada por Faraday con la creación de los equivalentes eléctricos.

Lavoisier y Laplace presintieron claramente, aunque no desarrollaron, las teorías más modernas que imperan sobre la afinidad, según las cuales ésta es idéntica á la energía calorífica; pero parécenos conveniente detenernos aquí en un punto á este trascendental orden de cuestiones, por no adquirir toda su amplitud hasta fines del siglo que nos ocupa. Diremos solamente que la hipótesis eléctrica realizó su misión en la historia de la ciencia, sustituyendo con una concepción general las muchas parciales que, con los términos de fuerza catalítica, cristalogénica, de difusión, de disolución y otras, profusamente empleaban los antiguos químicos, y allanó el camino á la actual doctrina termo-química, para la que no estaba suficientemente preparada la ciencia en la época de sus primeros iniciadores que dejamos mencionados.

Pasos gigantescos, en esta labor de coordinación de hechos y principios, dieron los investigadores de comienzos del siglo, formulando las leyes á que están sometidas las transformaciones de los cuerpos. Estas leyes se refieren unas á las masas y otras á la energía; pero sólo las primeras fueron descubiertas y precisadas en dicho período histórico, siendo tal, empero, su importancia, que bastan por sí solas para asignarle una gloria imperecedera. Lavoisier inicia tan trascendental movimiento filosófico, con su notable ley de que el peso de un compuesto es igual á la suma de los pesos de los componentes.

Proust, por su parte, agrega la gran ley llamada de las proporciones constantes y definidas, según la cual toda especie química resulta de la unión en proporciones relativamente invariables de los elementos que la componen. Dalton, en fin, formula otra ley, denominada de las proporciones múltiples, que enseña que cuando un cuerpo tiene la propiedad de combinarse con otro en proporciones variadas, cada una de estas proporciones da un cuerpo distinto; pero todos los que resultan están constituidos de tal modo que, suponiendo constante la cantidad de uno de ellos, los pesos variables de los otros son siempre múltiplos entre sí, guardando, por tanto, una relación sencilla.

Una de las mayores dificultades con que la Química tuvo que luchar en el período de su constitución, fué la falta de una nomenclatura científica y universalmente aceptada: problema, por cierto, de inmensa dificultad. Usábanse los nombres dados por los alquimistas á los cuerpos que conocían, y entre los que incluían los cuatro simples, que llamaban aire vital (oxígeno), aire flogístico (nitrógeno), aire inflamable (hidrógeno), y carbón. A fines del siglo décimo-octavo, determinó la Academia de Ciencias de París que una comisión de individuos de su seno estableciera las bases de una nomenclatura racional de los compuestos químicos, y entonces fué cuando Furcroy, Berthollet, Guiton de Morveau y Lavoisier sentaron los principios de esta tan deseada reforma, atendiendo á la naturaleza de los cuerpos, á la cantidad de cada uno de los elementos que los forman y á la función química que desempeñan. Para los cuerpos simples, conservaron en lo posible los nombres con que ya eran conocidos, desterrando, por supuesto, los extravagantes, como los de los cuatro elementos antes mencionados, y adoptando para todos una nomenclatura mononímica. Hasta aquí no se presentaba ninguna dificultad grave; pero, en cambio, el problema se complicaba al tratar de los cuerpos compuestos, y particularmente los que lo eran de tres ó más elementos, no siendo pocos los tanteos que precedieron á la actual, exacta y precisa nomenclatura, que constituye una de las más legítimas glorias de la ciencia química.

Consecuente Berzelius con su teoría dualística antes bosquejada, dividía los cuerpos binarios en electro negativos, electro positivos y neutros: á los primeros, formados por un metaloide, los distinguía terminando sus nombres en *ido*, como *súlfido*, al paso que á los segundos, llamados también bases, los denominaba terminando el nombre genérico en *uro* como *cloruro*. Según esto, bastan dos términos para expresar cualquier compuesto, supuesto que, en la teoría dualística, las sales se consideran formadas de dos elementos binarios: de estos términos, el primero indica el género, ó componente electro negativo, y el segundo determina la especie ó elemento electro positivo. De esta suerte, y sin entrar en mayores detalles de carácter técnico, que se expone en los tratados de Química, Berzelius formó una nomenclatura completa, expresión de su concepto de la afinidad, que satisfizo por entero en su tiempo y aún durante muchos años después, y de