

mil ochocientos diez y ocho á mil ochocientos ochenta y uno, siendo profesor de la Escuela de Medicina de París. Luchó con perseverancia sin igual para que se abandonase en la enseñanza la notación por equivalentes, que es realmente convencional, sustituyéndola por la notación atómica, la cual designa, por el símbolo de cada cuerpo, la masa de éste que ocuparía en el estado gaseoso el mismo volumen que una cierta masa de hidrógeno, que se toma por unidad. Este es el sistema que él llamó de las *valencias* de los cuerpos simples, y en él se funda el sistema de notación que permite representar intuitivamente la composición, á menudo tan compleja, de los cuerpos orgánicos. En la actualidad, estas concepciones y las polémicas á que dieron lugar, sólo tienen interés histórico; pues en el camino de la Química teórica, otras cuestiones más amplias y trascendentales han absorbido después la atención de los científicos. Los trabajos sobre la disociación del inmortal H. Sainte-Claire Deville, que vivió entre mil ochocientos diez y ocho y mil ochocientos ochenta y uno, han conducido á establecer la noción general del equilibrio químico en condiciones físicas determinadas, constituyendo como una nueva rama de la ciencia, la mecánica química, campo de numerosas investigaciones. Una de ellas, y sin duda la principal, es la termoquímica del famoso Berthelot, á quien corresponde la gloria de haber roto la barrera que separaba la Química mineral de la orgánica, que ha sabido valorar la energía correspondiente á todas las reacciones químicas y deducir, de sus investigaciones calorimétricas una evaluación exacta de lo que se llamaba vagamente afinidad. La consecuencia más maravillosa de esta nueva vía está en la posibilidad de prever la naturaleza de las reacciones, cuales son ó no realizables y en qué circunstancias, sin necesidad de ensayarlas en el laboratorio. No es mucho que los discípulos de sabio tan genial, entre los que se contaba en España el malogrado Calderón, autor de la síntesis de la resorcina, fueran verdaderamente apasionados de las doctrinas de tan gran maestro. De semejante movimiento ha resultado una renovación completa en los procedimientos de la Química, aspirando á una precisión en las medidas á que nunca había llegado.

En el tomo anterior dijimos que la Química de la primera mitad del siglo decimoveno fué casi exclusivamente mineral; en cambio, la orgánica ha sido la propia de la segunda mitad del mismo. Sólo merecen citarse en el período de que tratamos, como trabajos importantes de Química mineral, los de Sainte-Claire Deville y algún otro que mencionaremos. Este investigador creó procedimientos de preparación en grande de varios cuerpos simples que únicamente se sabía obtener impuros, como el magnesio, los cristales de boro y de silicio y, sobre todo, el aluminio, cuyo descubrimiento dió gran fama y sirvió para que se fundasen varias fábricas, las cuales han puesto en uso este utilísimo metal, casi tan brillante y tenaz como la plata, con una densidad que no pasa de 2.6 é inalterable en el aire, aunque sea húmedo. Aleado con el cobre en propor-

ciones diversas, da el magnífico bronce de aluminio, de hermoso color de oro, y la aleación blanca, de una resistencia comparable á la del acero.

Antes nos ocupamos, aunque incidentalmente, de la influencia que ejerció en el dominio de la Química el progreso de la espectroscopia. Á ella se debió, en efecto, una nueva rama de análisis y el descubrimiento de nuevos metales. Recientemente, ha excitado sobre todo la curiosidad el aislamiento de un nuevo gas en la atmósfera, el argón, que han logrado separar y describir Lord Raleigh y Ramsay. Otros medios de acción de que hoy dispone el químico y que no tenían los antiguos, han abierto grandes horizontes á la experimentación y á la industria. Por ejemplo, el horno eléctrico, proporcionando elevadísimas y constantes temperaturas, ha permitido á Moissan obtener numerosos cuerpos nuevos y dar medios sencillos para aislar diversos metales: el procedimiento electrolítico, que, aunque conocido de antiguo, se ha perfeccionado de un modo extraordinario, proporciona ya resultados numerosos, y en él se basan aplicaciones industriales de la importancia de la del aluminio, antes mencionado, en condiciones económicas, que permiten emplearlo aun para objetos vulgares, así como la producción de compuestos complejos y otros resultados, que hacen esperar descubrimientos sorprendentes.

Antes de terminar estas breves indicaciones sobre los desarrollos de la moderna Química industrial, y como prueba de sus inmensos y trascendentales progresos, mencionaremos solamente dos fabricaciones á ella debidas: la de los aceros y la de las materias explosivas. Desde los hornos establecidos en Sheffield, á mediados del siglo decimooctavo, por Huntsmann, para fundir los aceros previamente preparados para cementación del hierro dulce ó fino del colado, á los procedimientos que ahora se siguen en los vastos centros industriales, hay inmensa distancia. No describiremos la fábrica de Krupp, donde se ha llegado á obtener el lingote de cincuenta y dos toneladas y media, que figuró en la Exposición de Viena, ni los métodos seguidos en Inglaterra; sólo recordaremos que hay dos sistemas principales en uso para la preparación del acero empleado en ingeniería, el de Bessemer y el de Martin-Siemens, que tienen la condición común de obtener directamente el acero fundido. En el de Siemens, que es el más perfeccionado, la base del sistema consiste en fundir el hierro colado en la plaza de hornos regeneradores y disolver hierro dulce en el líquido: graduando bien las proporciones y eligiendo metales de carburaciones adecuadas, cabe obtener aceros excelentes, de composición determinada de antemano. Los antros de las fraguas de la Mitología no pueden compararse con el grandioso espectáculo que ofrece una ferrería moderna vomitando llamas; con los elevados cubilotes que respiran estruendosamente merced á las potentes máquinas sopladoras, adelantan cien brazos de grúas y pescantes por toda el área de la fundición y dan latidos isócronos en los motores; el colosal martillo de vapor obedece sumisa y silenciosamente á la voluntad de un niño, y con preciso y acompasado trabajo funcionan ce-



pillos, tijeras, sierras y alisadores. Asombra el considerar adónde se ha llegado en la obtención y empleo del hierro y del acero, sobre todo de este último, cuyas aplicaciones eran hasta hace poco tan restringidas.

La creación de las escuadras acorazadas, en el quinquenio de mil ochocientos cincuenta y cinco á mil ochocientos sesenta, impuso á la artillería de costa la necesidad de arbitrar nuevos y más poderosos medios de destrucción; y como la nueva industria del acero ha proporcionado medios para que los blindajes hayan ido aumentando sucesivamente de espesor, los cañones han tenido que aumentar correlativamente su potencia, resultando entre la coraza y el cañón una lucha que tal vez conduzca á consecuencias inesperadas en la guerra marítima. Se ha llegado á fabricarlos de cien y aun ciento veinte toneladas, capaces de disparar proyectiles de más de mil kilogramos, con velocidades de más de quinientos á seiscientos metros por segundo, trayectorias muy rasantes y alcances máximos de diez y ocho á veinte kilómetros, aun cuando sea bastante menor el apropiado para utilizar la fuerza viva suficiente y la precisión del tiro que exige el aprovechamiento del cuantioso gasto que origina cada disparo. Nada de esto pudiera realizarse sin que la metalurgia viniese en auxilio de la artillería, dándole medios de obtener en las piezas la resistencia indispensable para la seguridad del servicio y apropiados proyectiles, así perforantes como explosivos, todo lo cual exige elementos muy poderosos de fabricación.

Por lo que se refiere á los explosivos, sólo diremos algunas palabras acerca del más usado, la dinamita. El agente eficaz de esta substancia, la nitroglicerina, resulta de la acción del ácido nítrico sobre la glicerina, que los químicos consideran ahora como un éter. Descubrióla Sobrero en mil ochocientos cuarenta y siete, en el laboratorio de Pelouze; pero su preparación industrial sólo data de mil ochocientos sesenta y tres, en que el ingenioso sueco, A. Nobel, montó las fábricas de Estokolmo y Hamburgo. Bien que la composición química de éste y otros explosivos se conozca con toda exactitud, no sucede así con la agregación molecular, que, sin duda alguna, se halla en un equilibrio tan inestimable que el menor esfuerzo lo destruye, produciéndose entonces efectos extraordinarios. Á igualdad de peso, la nitroglicerina da origen á tres veces y medio más gases que la pólvora de caza, y á seis, á igualdad de volumen; su acción, esencialmente quebrantadora, la hace muy adecuada para las voladuras en las minas y canteras, aunque inútil para las armas de fuego. Un defecto tiene, sin embargo, de tal importancia que ha habido que renunciar á emplearla sola: explota al menor roce, y cuando encierra impurezas, estalla espontáneamente. Era, pues, necesario hacer desaparecer semejante inconveniente sin aminorar la fuerza detonante de esta substancia, y este problema lo resolvió el mismo Nobel, mezclándola con cantidades variables de un cuerpo inerte dotado de gran poder de absorción, como el tripoli. A esta mezcla es á lo

que se llama dinamita, la cual ya es un producto sólido, y no líquido, como la nitroglicerina. De esta suerte, no se suprimen en absoluto los riesgos de su empleo; pero se aminoran en términos que, tomando las debidas precauciones, puede transportarse y usarse, como se hace actualmente, sin que haya que lamentar frecuentes desgracias.

En la esfera de la Química orgánica, lo repetimos, los progresos durante el período contemporáneo han sido mucho mayores que en la mineral, por haber sido harto más crecido el número de investigaciones, tanto desde el punto de vista especulativo como de las aplicaciones. Berthelot, en mil ochocientos cincuenta y cuatro, estableció la función triálcohólica de la glicerina y, dos años más tarde, Wurtz descubrió el glicol, cuya función es bialcohólica, siendo estos trabajos el punto de partida de numerosos hallazgos, entre los que se destaca el de las materias colorantes extraídas de la brea del carbón de piedra por Hoffmann, que han venido á suplantar en la tintorería á las materias colorantes de origen vegetal, á veces muy costosas. Partiendo de la anilina, se obtienen por oxidación los más variados colores, con hermosos reflejos metálicos. Así, tratándola con un nitrato y ácido sulfúrico, se produce color rojo; el mismo ácido, con el bicromato potásico, cambia la anilina en azul, que pasa á ser violado cuando se diluye en agua, lográndose otro tono violado con el cloruro de cal; por último, el clorato potásico produce un hermoso color negro aterciopelado.

La síntesis de los compuestos orgánicos, reputada todavía como fuera del poder creador de la ciencia, á pesar de algunos ensayos felices, fué realizada por completo y obedeciendo á un plan perfectamente establecido por Berthelot, eliminando de una vez para siempre la idea de que tales cuerpos eran la obra de una fuerza vital de naturaleza desconocida é incognoscible. En efecto, el eminente profesor del Colegio de Francia realizó, en mil ochocientos cincuenta y cuatro, la síntesis del alcohol y de los principios inmediatos de los cuerpos grasos, y unos años más tarde, reprodujo por medio del arco eléctrico el acetileno, carburo de hidrógeno, del que obtuvo por las reacciones ordinarias cuantos compuestos orgánicos se propuso. El conocimiento exacto de la función química de los cuerpos naturales ha permitido dirigir las síntesis hacia caminos precisos y con brillante aplicación á veces, como la producción de los azúcares, por Fischer, y la del índigo, por Baeyer: procedimientos que, penetrando en el campo de la industria, han renovado la fabricación de los colores y la preparación de los perfumes, entre otras. Verdad es que todavía gran número de alcaloides no han sido sintetizados; cierto que otro tanto sucede con las substancias albuminoides, y que multitud de problemas de esta índole se hallan pendientes de solución; más ¿cómo no ha de suceder así? Ciencia la Química orgánica en la que acaso se estudien siempre cuerpos nuevos, apenas bien analizados, cuyos complejos desdoblamientos son poco conocidos, y sobre todo, ciencia cuyo primer centenario no puede aún celebrarse, no es extraño encuentre á diario nuevas

BIBLIOTECA
 CAPITULA ALFONSO
 U. A. N. L.

cuestiones que resolver. Lo importante es que el camino esté abierto y que por él pueda marcharse con paso seguro, comprobando los análisis de los principios inmediatos de origen animal y vegetal: invirtiendo el proceso de descomposición se logra la recomposición, al modo como el cálculo integral es la inversión del diferencial. Por este camino se llega á las clasificaciones naturales de los cuerpos, fundadas en el carácter y manera de obrar de la fuerza generatriz. Si Berthelot no pudiera ostentar otros títulos, bastaría el planteamiento y solución del problema acabado de mencionar, para hacerle acreedor á puesto análogo al que ocupa el gran Lavoisier, en la lista de los sabios que más influjo han tenido en el progreso de la ciencia á que consagraron sus desvelos.

Berthelot ha dado, además, la gran síntesis de la Química, aceptando como exigencia lógica la unidad de la materia; pero no determinando esta unidad por alguno de los cuerpos simples ó elementos conocidos, según otros habían intentado, sino como la expresión general que representa una función algébrica, independiente de sus valores particulares. Evocados por estas ideas, vuelven á la ciencia, como dice muy bien el señor Carracido, la *materia prima* de Aristóteles y, sobre todo, aquellos altos conceptos de Pitágoras que erigian los números en principio constituyente de las cosas, reduciendo el interés que pueda inspirar la diversidad de los cuerpos á conocer magnitudes matemáticas. Sin entrar en otros pormenores técnicos, que resultarían aquí inoportunos, bastará decir que ésta, como las demás ideas que tiendan á echar las bases de una teoría general, se sujeta á dos condiciones: en primer lugar, un desarrollo matemático que demuestre su posibilidad, y luego, un largo proceso experimental que justifique las fórmulas, compruebe las leyes y dé, por último, la realidad de los hechos. En esta labor se encuentra empeñada la Química actual, y seguramente, no tardarán en obtener grandes resultados sintéticos.

La Cristalografía, esa interesante disciplina que pone en relación las Matemáticas, la Física, la Química y la Mineralogía, tomando datos de todas ellas y suministrándoselos á su vez, ha cambiado totalmente de sentido desde mediados del pasado siglo. Hoy se concibe el cristal no como un mero sólido geométrico, más ó menos perfecto, sino como un sistema de fuerzas orientadas en dirección y magnitud, y la forma externa, las caras, los ángulos que éstas forman, no son sino la envoltura, la representación geométrica de un infinito contenido de fuerzas enlazadas constituyendo un sistema. Concebido así el cristal, la Mecánica sirve de instrumento para su estudio, y sus propiedades de elasticidad, ópticas, de conductibilidad, de dilatación y todos sus caracteres físicos, son perfectamente calculables: cuestiones estas de transcendencia inmensa, pero que nosotros no podemos hacer aquí más que apuntar, por su índole abstracta y compleja.

En todas estas doctrinas, en el fondo de las hipótesis numerosas de los modernos físicos y químicos, no hay más que una afirmación, que oscuramente formulada unas veces,

rotundamente expresada otras, parece responder á una convicción universalmente admitida: la de que cuanto nosotros podemos saber de la Naturaleza no es otra cosa que fuerza, y que esta es lo que nuestros sentidos perciben y lo que llegamos á medir é investigar en los laboratorios. Semejante concepción del Universo hace de la Mecánica una ciencia natural, mejor dicho, la primera de las ciencias naturales. Aunque á esto se limitara la influencia ejercida por el concepto dinámico, mucho habría ya que agradecerle; pero su influencia ha ido mucho más allá. La severidad y la disciplina que impone al investigador la aplicación de semejantes principios, no sólo le han hecho discernir elementos experimentales antes inadvertidos, sino que han vivificado y renovado por completo la interpretación que antes se daba al fenómeno natural, á sus causas y sus efectos: la continuidad se impone, surge la relación de causa á efecto, y propiedades de apariencia constante se ofrecen ahora como meras relaciones que varían en función de la causa misma. En suma, las constantes de la experiencia sólo en determinadas circunstancias pueden ser consideradas como tales constantes, y para obtener su valor peculiar en cada caso, se hace indispensable recoger datos muy precisos y eliminar todas las causas de error, lo cual torna por extremo delicada y rigurosa la experimentación actual.

El estudio del planeta que ocupamos ha progresado de un modo extraordinario. A ello han contribuido innumerables trabajadores en el campo, en el gabinete, en las sociedades y en los congresos científicos. No se han descubierto nuevos mundos, ni siquiera grandes extensiones de territorio; pero, en cambio, se han multiplicado los viajes de exploración, merced á las facilidades que para ello existen hoy y al instrumental que para hacerlos fecundos posee actualmente el viajero, de donde resulta que la verdadera Geografía descriptiva es obra muy moderna y que aún se está construyendo. Se han recorrido los desiertos en todas direcciones, reuniéndose datos meteorológicos del mayor interés, y en las más altas cumbres como en los islotes más desiertos, han puesto su planta el naturalista y el explorador. Es verdaderamente asombrosa la precisión á que se ha llegado en estos trabajos, á los que han contribuido todas las naciones civilizadas, pero muy especialmente el Almirantazgo inglés, cuyas cartas y memorias son un verdadero monumento. Y con este motivo, debemos recordar á nuestro compatriota, el capitán de navío don Rafael de Aragón, que presidió en mil ochocientos sesenta la Comisión española del mar de las Antillas y realizó un trabajo de tal importancia que el Almirantazgo inglés, desechando las situaciones deducidas pocos meses antes por el vapor de guerra de su nación, *Hielva*, aceptó los de la Comisión española y los publicó en un Aviso a los navegantes, en mil ochocientos sesenta y dos. Los geógrafos, reunidos en importantes congresos en el último tercio del siglo, han hecho esfuerzos laudables para la construcción de una gran carta de toda la Tierra, á la escala de 1 : 1.000.000: idea que si bien no ha tenido realización por la deficiencia de datos sobre vastos territorios, ha servido para llevar á

