

EL MUNDO DE LOS ATOMOS

Vamos a emprender un viaje a las regiones de las moléculas y de los átomos. Cómo lograr nuestro intento? Es fácil, si viajamos sostenidos por el esfuerzo poderoso del pensamiento, en alas de la imaginación.

Usaremos de este móvil durante el camino, que en llegando, la física será pródiga, y nos servirá de intérprete y de guía por aquellos lugares de magnitudes y límites fantásticos.

Hay dos modos de llegar: o hacemos los átomos tan grandes como nosotros, o nos empequeñecemos hasta ellos. Optemos por lo último por razones de comodidad, y, por un esfuerzo de nuestra mente, reduzcamos nuestras dimensiones un millón de veces, conservando en su valor primitivo toda la potencialidad de nuestros sentidos. Entonces nos habremos convertido en seres de las dimensiones de los bacilos; el mundo exterior nos parecerá profundamente deformado y a pesar de nuestra prodigiosa evolución, la materia sigue siendo una incógnita y las dimensiones de los átomos completamente inaccesibles.

Franquemos por un nuevo esfuerzo la distancia, y supongamos que nuestra pequeñísima magnitud de dos micras se haga todavía diez millones de veces más pequeña. Sólo entonces habremos llegado a los átomos.

Un velo mágico parece que se ha descorrido ante nuestros ojos y que hemos sido transportados a un observatorio gigantesco desde donde contemplamos la armonía y la belleza de un universo infinitamente más poblado que el celeste. Extasiados contemplamos sistemas y satélites en giros regulares y dispuestos, no de modo caprichoso, que quien dicta las leyes es perfecto en la manera de ordenarlas.

En este momento nos encontramos al frente de una molécula de hidrógeno, y, podremos con facilidad, practicar en ella, con nuestros propios ojos, el análisis que queramos. Como hemos conservado en la memoria las veces que nos hemos reducido, nos será muy cómodo, usando de nuestra propia dimensión, medirla con el tamaño de nuestro cuerpo. Desde nuestro sitio excepcional vemos la molécula de hidrógeno compuesta de dos centros o partes más voluminosas que otras pequeñas que giran en su contorno. Estas últimas en número de dos, se mueven al rededor de las primeras, y, cada una, en torno de cada una de las mayores; y los dos centros o núcleos más grandes, están distanciados en el valor del radio de rotación de los electrones, que así llaman los físicos a las masas pequeñas que hacen de planetas, con relación a los soles centrales que se llaman iones. Y como sabemos que la molécula de hidrógeno se compone de dos átomos, los del hidrógeno estarán formados por un ion y un solo electrón.

Muchos pacientes investigadores, sabios consagrados con un amor y perseverancia indiscutibles a ampliar el radio del conocimiento, han logrado sondear la materia con tal sutileza y perfección, que hoy se tiene por sabido, que el número de electrones es variable con el cuerpo simple y va aumentando conforme al peso atómico.

Hasta nuestra altura, alcanza el tamaño de la molécula de hidrógeno; tiene, pues, un diámetro igual a $2,4 \times 10^{-8}$ centímetro (1), y por lo que ya hemos dicho el átomo tendrá la mitad de este valor. Valiéndonos de un afeómetro especial que hemos llevado con nosotros y que ha sufrido nuestros mismos cambios, pesamos

(1) Es decir, dos diez millonésimas demilímetro.—M. Bo II. Chimie. Tom. I, pag. 45.

y determinamos la masa del sistema; hechos nuestros cálculos, obtenemos la cifra 3×10^{-24} gramos; es decir se necesitarían treinta billones para formar un mil millonésimo de miligramo, y semejante cantidad, no la podría apreciar ni la balanza del laboratorio de ensayos de la Casa de Moneda de esta ciudad, ni la mejor que construya Londres.

Sigamos con nuestras medidas, más importantes que todo. Esa esferilla que gira con tanta velocidad, y que hemos llamado electrón, la detenemos súbitamente en su camino, y medimos la violencia del choque; y, como sabemos expresar el trabajo por la fuerza viva, deduciremos de aquella ecuación la velocidad de que iba animada. Por este método encontramos que ella corresponde próximamente a 2.000 kilómetros por segundo, es decir, que recorre la órbita en torno de su núcleo unas $6,2 \times 10^{-15}$ veces por segundo (1).

Suponiendo que el núcleo atómico tuviera un diámetro igual al de la cúpula de la iglesia de Santo Domingo, el electrón que tendría el tamaño de un barril giraría al rededor de ella y describiría una órbita que pasaría por Tunja y Girardot. Es decir la casi totalidad del átomo del hidrógeno está vacía!

Si suprimiéramos los espacios inter-atómicos, podríamos reducir la materia que constituye las páginas de esta revista, a una esferita tan pequeña, que podría, gracias a su tenuidad, flotar en la atmósfera como un grano de polvo.

Tratándose de la molécula de hidrógeno, ya sabemos que se compone de dos átomos, y éstos integran las partículas, y sumadas constituyen los miligramos, y éstos los kilos ponderables. El límite de nuestra sensibilidad no nos permite ir más lejos del millonésimo

(1) Alfredo Stock. Química Ultraestructural, pag. 99.

de kilo; pero la poderosa y exclusiva facultad de abstraer, suple todas las deficiencias de los órganos, solamente dispuestos para cumplir un oficio múltiple, entre límites contruídos a nuestra escala.

Valiéndonos de este precioso dón hemos volado hasta este sitio maravilloso, en donde podemos contemplar lo que ayer se creía imposible y superior a la humana naturaleza. En nuestro propio contacto tenemos los átomos que podemos contar y medir, y, estos valores, traducidos en cifras al lenguaje de nuestras dimensiones adquieren fuerza extraordinaria.

Volvamos a nuestro asunto, y pasemos a la molécula. No se crea que estos sistemas reposan, antes bien, el movimiento es continuo; desde nuestra posición podemos observar que la molécula de hidrógeno se mueve en línea recta con una velocidad media de $1,7 \times 10^{-5}$ centímetros por segundo, y recorre un camino de $1,6 \times 10^{-5}$ al final del cual se encuentra con otra y chocan entre sí. De manera que cada molécula de hidrógeno recibe por segundo un número de choques igual a $1,7 \times 10^{-5} / 1,6 \times 10^{-5}$ o sean cien mil millones próximamente. Como consecuencia de estos choques verificados no ya entre moléculas sino contra las paredes del recipiente, resulta la presión de los gases.

En estas condiciones se comprende fácilmente, por qué no se pueden ver estos elementos del mundo material, mil veces más pequeños que las longitudes de onda luminosa, lanzados con velocidades enormes y cambiando de dirección millones de millones de veces por segundo.

Sin embargo, numerosas experiencias nos ponen de manifiesto su acción individual, y por ella, como adelante lo veremos, hemos podido conocer este cosmos que no es sino un caso particular del universo de los astros.

De modo que existe algún soporte, alguna magnitud comparable a la masa inerte? Evidentemente, lo hemos visto; y esta base es la misma materia de que

nos habla el Angélico, y los cambios de sistemas u orientación de los electrones y de los iones, que originan el calor, la electricidad, los fenómenos químicos, espectros luminosos, rayos de Rontgen, cohesión, capilaridad, elasticidad y otras, que se habían separado en formas distintas, y que se reducen simplemente a energía electromagnética, es la forma sustancial, en boca del de Aquino, y su doctrina, que unos cuantos consideran «fardo pesado e inútil» ha podido sobrevivir hasta el presente y soportado sobre sus hombros el más portentoso movimiento científico que hayan visto los siglos, y no en puras abstracciones en el campo de las matemáticas y de la filosofía, sino que informa las experiencias del laboratorio y traduce sus resultados en leyes positivas.

Lo que hemos visto en el hidrógeno, también lo veríamos en cualquier cuerpo simple, con diferencia de número, no de naturaleza. Así, el sueño de los alquimistas, la piedra filosofal, ése «ábrase culantros y ciérrese pe-rejilés» que aquellos hombres tenaces buscaron afanosamente, para trasformarlo todo en el oro codiciado, era una quimera, que pasó a ser un sueño, y hoy día es una verdad como el postulado de Euclides, cuyos corolarios han sido el descubrimiento de los cuerpos radio-activos y la trasformación del radio en Uranio y éste en Plomo, así como el hidrógeno en Helium. La unidad de la materia hoy día no se discute, y ha venido a ser una constante física que entra en los cálculos con un valor bien determinado.

Como complemento de estas líneas, vamos a exponer a continuación uno de los medios de que se han valido los físicos para conocer los valores de que hemos hecho mención.

Desde tiempos remotos el hombre se ha preocupado por investigar la naturaleza del mundo material, como una necesidad de su espíritu ávido por romper los límites estrechos del conocimiento que nos proporcionan los sentidos; y basado en una lógica perfecta creyó con

Heráclito en el fuego y con Thales supuso que era el agua el elemento fundamental. Anaximenes, más conforme con la naturaleza, enseñó que era el aire la base de todo sér; y las ideas de estos filósofos unicistas sufrieron numerosas críticas y modificaciones, hasta llegar a manos de Empedocles y de sus discípulos, quienes echaron las bases para que Aristóteles les diera una vida de más de quince siglos.

A quien más debe la teoría atómica de los químicos, es a Demócrito, quien suponía que la materia estaba constituida por pequeñísimas, rígidas e indivisibles partículas (átomos), que flotaban en un espacio vacío; de estas ideas a la moderna teoría atómica de Dalton, no hay sino diferencias de forma. Viene después Lavoissier y la química entra en campo científico, y el estudio de la materia es del dominio de la experiencia. Los hechos nuevos se suceden, las leyes se multiplican y el rigor del lenguaje matemático reduce la química a un capítulo de la física.

Sabemos que los cuerpos radiactivos se caracterizan por la propiedad de emitir espontáneamente radiaciones, que tienen, entre otras propiedades, la de convertir los gases en buenos conductores de la electricidad, impresionar las placas fotográficas, desarrollar calor, etc. Esta radiación se puede descomponer en tres bien distintas, puesto que el imán desvía hacia un lado, una parte que se llama rayos α ; otra hacia el lado opuesto que son los rayos β ; y, por último, una que no sufre ninguna desviación y que son los rayos X, y a los cuales se deben las propiedades terapéuticas del radium.

Se había observado que en toda reacción violenta, se producían radiaciones análogas a las de los cuerpos radioactivos, y que éstos se desintegran poco a poco. Hasta se llegó a establecer la ley del fenómeno, la cual se enuncia así: los átomos de un cuerpo radioactivo, se desintegran en un tanto por ciento determinado durante la unidad de tiempo. Y como los rayos α se desvían hacia un lado, y se conoce por la ley anterior la cantidad de materia que desaparece, se puede calcular

su masa y velocidad; y admitiendo que la masa atómica del hidrógeno vale uno, se dedujo que la masa de las partículas α era de cuatro. Siempre que ocurría la formación de rayos α aparecía un gas, el helium, y como éste tiene de peso atómico cuatro, y era en todo igual a los rayos α , la identidad entre este gas simple y los rayos α quedó así establecida. Y no solamente se origina el helium en estas condiciones sino cuando se provoca en el seno del hidrógeno.

Con experiencias terminantes, Rutheford comprobó que las partículas α no eran otra cosa que átomos de helium, animados de una velocidad apenas diez veces menor que la de la luz. Es más, el físico americano Wilson, llegó hasta fotografiar las trayectorias de estas partículas, valiéndose de la condensación que provocan al pasar por la atmósfera de un vapor saturado. Se observó en las fotografías que algunas de las trayectorias terminaban en un ángulo de casi 90° como si la partícula chocara con algo pesado, cuya masa no podía ser sino del mismo orden de magnitud, o más grande que la suya. Estas colisiones, si los átomos estuvieran formados por una sola masa, se tendrían necesariamente que verificar en todas las trayectorias fotografiadas, pero como esto no sucedía, se supuso que el átomo se componía de varios elementos unos más densos que otros, y entonces, estas desviaciones tendrían lugar solamente cuando el choque se verificara contra el núcleo del átomo; y la rareza de los choques comprobaría que los núcleos no presentan sino un frente muy pequeño. Bastó contar un número de choques seguidos de desviación y de medir cómo se reparten los ángulos de desviación para deducir el diámetro de los núcleos atómicos, o cuando menos su límite superior,

Las experiencias continuaron, y en 1920 se llegó a medidas de alta precisión, y cuyas consecuencias podemos resumir en las tres conclusiones siguientes:

1.º Los átomos son sistemas análogos a los sistemas planetarios. Un núcleo central cargado de electricidad

mantiene a distancia una masa más pequeña, cargada de electricidad contraria; eléctricamente el átomo es neutro. El diámetro del núcleo es del orden de 3×10^{-13} cm. para el helium, y de 3×10^{-12} cm. para el oro (como máximo).

2.º Las acciones repulsivas entre las partículas y el núcleo de los átomos varía en razón inversa del cuadrado de las distancias.

3.º La masa del átomo está casi toda concentrada en el núcleo; los electrones no llevan sino una muy pequeña parte de ella.

El célebre físico N. Bohr, quien amplió las ideas de Rutheford logró explicar las propiedades ópticas del hidrógeno y del helium y el modo de originarse las series espectrales. Sin entrar a fondo en la parte matemática de su exposición, diremos que sus cálculos permiten llegar a una explicación completa de muchos fenómenos, con los cuales se puede establecer que todos los cuerpos se componen de un núcleo formado por átomos de helium o de hidrógeno al rededor del cual giran partículas pequeñísimas, cuyo número es igual a la mitad del peso atómico del elemento. Sus órbitas se disponen en planos superpuestos, y del radio de ellas, del número de éstos y de la masa del núcleo, dependen todas las propiedades del cuerpo. Si el átomo pierde electrones se transforma en un cuerpo de menor peso atómico y viene a ocupar el lugar inmediatamente anterior de la escala química de Mendelejeff.

Moseley comprobó lo anterior en 1910 y estableció la ley que lleva su nombre, la cual relaciona la frecuencia del espectro de Rongen de cada elemento con el número de orden de la clasificación periódica de Mendelejeff.

Hemos escogido el caso de las partículas α por ser el más sencillo; hay otros que hubiéramos querido hacer conocer, pero la frecuencia necesaria de consideraciones matemáticas no nos permitiría llegar con facilidad a los dominios de lo infinitamente pequeño.

Estos hechos tocan tan de cerca la materia, y han introducido una modificación tan profunda en la mecánica química, que es muy posible que su estudio sufra muy serias modificaciones y se oriente definitivamente hacia el campo de la física matemática.

A. M. BARRIGA VILLALBA, M. A.

LA LITERATURA COLOMBIANA

(Continuación)

Constan los gloriosos hechos del padre Figueroa en otro curioso libro, escrito por quien como él pertenecía a la Compañía de Jesús y había nacido en tierra del Cauca: el padre Manuel Rodríguez, natural de Cali y autor de la obra titulada *El Marañón y el Amazonas*, impresa en Madrid en 1684. Es libro quizá más raro que el del padre Zamora, y no carece de mérito literario, pues está escrito en estilo claro y natural, condición que iba siendo rara en aquella época. En ocasiones es demasiado prolijo y muestra cierto rebuscamiento en pasajes de empeño, como en la descripción que hace de una erupción del Pichincha, que amenazó de ruina a la ciudad de Quito. Tanto este libro, como el del padre Gumilla, tienen en su favor el interés que despiertan con sus solos títulos, pues no pueden ser indiferentes esas antiguas y candorosas relaciones sobre los descubrimientos y conquistas realizados en esos magnos ríos, monarcas de todos los de la América meridional y cuya importancia crece de día en día como poderosos agentes de comercio y de civilización. En las márgenes del Amazonas aún viven las mismas tribus que evangelizó el padre Figueroa, y se dan los mismos productos que constan en la relación del padre Acuña, transcrita por el padre Rodríguez. Y cuando vemos que hoy tropieza allí la civilización con obstáculos casi invencibles, permanecemos atónitos ante aque-