

TEORIAS ACERCA DE LA CONSTITUCION DE LA MATERIA

Por el Dr. FRANCISCO VÁZQUEZ GÓMEZ

En acatamiento a lo dispuesto en los Estatutos de esta Sociedad, que bondadosamente me ha admitido en su seno, vengo a dar lectura a este trabajo, el cual, carente de todo mérito científico y literario, no tiene otro para encarecer la benevolencia de ustedes, que ocuparse en el estudio de una de las cuestiones que más han preocupado a los sabios desde la antigüedad más remota. Me refiero a las teorías que en el curso de los tiempos se han emitido sobre la constitución de la materia. Porque si bien es cierto que en estos últimos años se ha creído llegar a la solución de tan importante problema, todavía hay muchas interrogaciones, a las cuales la ciencia, a pesar de sus inmensos progresos, no ha podido contestar de una manera satisfactoria.

* * *

Refieren las crónicas científicas que Léucipo, quinientos años antes de Jesucristo, fué el fundador de la teoría atómica; pero como sus trabajos sólo se han conocido fragmentariamente, fué su discípulo Demócrito quien la desarrolló cuarenta años después, como la base de un sistema filosófico. Por supuesto que sería cansado exponer todas las ideas o todo el sistema de Demócrito y de algunos otros que le sucedieron antes de la era cristiana; pero sí voy a resumirlas muy ligeramente, para hacer ver que aquellas ideas que estuvieron en auge hace cerca de veinticinco siglos, no carecen de analogía con las más dominantes en la época presente.

Demócrito, uno de los más grandes sabios de la antigua Grecia, acepta el principio de los eleáticos: que la materia es cualitativa y cuantitativamente invariable, y sostiene que sólo hay una sustancia fundamental: que ésta se haya compuesta de innumerables corpúsculos, móviles, sumamente pequeños; que son indivisibles, es decir, átomos; que son increados, es decir, eternos; y que si los cuerpos presentan diferente resistencia a los movimientos de otros cuerpos, es porque existe diversa cantidad de espacios intersticiales entre sus átomos.

Para explicar el origen del mundo, Demócrito supone que en un principio, los átomos se movían en todas direcciones en el espacio vacío, chocando unos contra otros; y por virtud de su forma, se adhirieron entre sí formando masas de diferentes tamaños, y dando lugar a diversos sistemas cósmicos: unos en vía de formación y otros en vía de destrucción. "Pero en este engranaje universal, dice, nada acontece por azar, sino todo por una razón, bajo la presión de una necesidad", con lo cual establece de una manera explícita la ley de causalidad, y agrega: "Los hombres se han forjado un fantasma con el azar para embellecer su propia ignorancia."

Pero Demócrito va más lejos en su concepción atómica, puesto que considera a los fenómenos psíquicos como dependientes de átomos pequeñísimos, redondos y tersos y, por lo mismo, muy móviles, lo cual, según él, está de acuerdo con la rapidez de los pensamientos y de los sentimientos. Explica el hecho de que veamos las cosas sin tocarlas con los ojos, suponiendo que en aquellas existen finísimas partículas que penetran en éstos.

Para Demócrito, los átomos son, además, incompresibles porque son sólidos, llenan todo el espacio que ocupan y son homogéneos; pero difieren en cuanto a su masa y a su posición en relación los unos con los otros. Según él, todo fenómeno depende de los átomos elementales y, por lo mismo, nada parece cuando la materia parece desaparecer; de aquí la ley de la indestructibilidad de la materia, de la cual se ha derivado más tarde la ley de la conservación de la energía.

*
* *

Pero la concepción atómica de Léucipo y Demócrito, como

sucede casi siempre con las teorías científicas en la constante evolución del pensamiento humano, fué olvidada o abandonada durante varios siglos, hasta que Gassendi en el siglo diecisiete y, sobre todo, hasta que Dalton, gran químico de Manchester, a principios de la última centuria, restableció la teoría atómica como base fundamental de la química moderna.

Muchos y muy grandes han sido los progresos realizados por la ciencia en estos últimos tiempos. Mucho se ha adelantado en la construcción de microscopios, algunos de una potencia verdaderamente extraordinaria; pero a pesar de todos estos adelantos, el átomo, como en tiempo de Demócrito, permanece invisible, constituyendo todavía uno de tantos misterios que la inteligencia humana no ha podido descifrar satisfactoriamente.

Los químicos nos dicen que, en general, los átomos no tienen una existencia aislada, individual, sino que se asocian los unos a los otros, ya sean de la misma o de diferente naturaleza para formar moléculas. El cálculo y el razonamiento matemáticos, sirviéndose de métodos indirectos, como la discutida teoría Cinética de los gases, han llegado hasta determinar el volumen, la masa y aun el peso de los átomos; pero por correctos que se consideren éstos cálculos y razonamientos, muy a menudo tienen como punto de partida factores metafísicos o hipótesis sin comprobación experimental.

Acepta la ciencia que por su asociación, los átomos forman las moléculas y éstas las masas de los cuerpos. Se acepta también que en los gases, las moléculas se mueven libremente; que en los líquidos esta movilidad es menor, y que en los sólidos las moléculas están firmemente unidas por una fuerza mayor.

Ahora bien: ¿en virtud de qué agente físico se verifica esta unión más o menos íntima y cómo obra? Si admitimos con Demócrito y la física moderna que entre los átomos y moléculas existen espacios intersticiales más o menos grandes, que permiten a unos y a otras moverse libremente, tendríamos que concretar la pregunta: ¿Cuál es este agente que obra sin que haya íntimo contacto, es decir, a distancia? Es cierto que se dice, y es la opinión más aceptada, que es la energía atómica y molecular, pero se agrega: la cual es transmisible, transformable y susceptible de presentarse bajo varias formas: calor, electricidad, gra-

vitación, etc. Pero en esto, la opinión de los hombres de ciencia no es unánime y, al efecto, vamos a extractar algunas de las proposiciones del profesor Page, sobre este particular.

Energía, dice, es la vida inherente de los átomos de la materia y la fuente de toda fuerza. Es inalterable, indestructible e intransmisible.

La energía es la causa fundamental de todos los fenómenos físicos.

Atracción y repulsión son los únicos atributos o propiedades de la materia.

Fuerza es el producto de la acción de la energía.

Es productible, transmisible y destructible.

No hay acción de energía ni efecto de fuerza sin contacto atómico o de masa.

Pero por ahora, y para nuestro objeto, nos limitaremos a dejar asentado lo que sin discusión aceptan los investigadores; esto es, que los componentes de la materia, átomos y moléculas, se atraen o repelen en virtud de una fuerza cuya naturaleza es un misterio.

* * *

Puede decirse que en estas condiciones permanecieron las ideas hasta el último tercio del siglo diecinueve, cuando nuevas investigaciones con ayuda de mejor instrumental, vinieron a ensanchar el campo de las exploraciones científicas y a descorrer un poco el velo que cubre el misterio de la constitución de la materia. Pero antes de entrar en el nuevo campo, debemos hacer constar que muy a menudo acontece que las ideas que llamamos nuevas, no carecen de analogía con las emitidas en épocas anteriores. Así vemos cómo Prout, a principios del siglo diecinueve, sugirió la idea de que no había sino una sustancia primordial de la cual derivan las diferentes formas de la materia; y el padre Secchi, famoso astrónomo de la Compañía de Jesús, avanzó la hipótesis de que probablemente, todos los átomos derivan del éter como sustancia fundamental, coincidiendo en esto ambos pensadores, así con las ideas de Demócrito como con las teorías modernas más avanzadas respecto al asunto que nos ocupa.

Por el año de 1869 habían observado los físicos que hacien-

do pasar una corriente eléctrica por un tubo en que se había hecho el vacío, las paredes de este tubo presentaban una fosforescencia verdosa; pero fue el profesor William Crookes quien perfeccionó el experimento que lo hizo célebre en el mundo científico. En efecto, por medio de un ingenioso procedimiento logró enrarecer el aire en el tubo hasta veinte millones de veces más que en la atmósfera, y haciendo pasar una corriente eléctrica, notó que del polo negativo (cátodo) se desprendían rayos luminosos que iluminaban débilmente las moléculas del aire enrarecido, produciendo una hermosa fosforescencia en las paredes del tubo. Crookes pensó que las partículas del aire enrarecido se electrizaban y al chocar contra las paredes del tubo producían la fosforescencia. Creyó después, que se trataba de un cuarto estado de la materia (materia radiante) y ahora, la interpretación más corriente es que, en el experimento de Crookes, los átomos se disociaron dando lugar al desprendimiento de electrones. Pero cualquiera que sea la interpretación, sigamos con los experimentos que tienen suma importancia, desde el momento en que ellos nos suministran hechos positivos.

Repitiendo y variando el experimento de Crookes, encontró Lenard que, colocando una pequeña placa de aluminio en las paredes del tubo, los rayos misteriosos o rayos catódicos pasaban a través de la placa como por una ventana. Este hecho fue de una trascendencia extraordinaria para la ciencia, supuestamente que él vino a demostrar que el metal no ofrecía resistencia alguna al paso de los rayos luminosos emanados del cátodo.

Pasaron algunos años durante los cuales los sabios se dedicaron a continuar las investigaciones en el sentido indicado; y en 1895, Roentgen, persiguiendo los estudios de Lenard, cubrió un tubo de Crookes con una sustancia negra, hizo pasar la corriente y con gran sorpresa notó que una placa preparada que estaba cerca del tubo empezó a fosforecer. Repitiendo y variando el experimento, encontró que los rayos pasaban a través de toda sustancia opaca. Pero ¿qué son estos rayos que Roentgen designó con el nombre de rayos X? Para la mayoría de los investigadores, ellos, los rayos X, constituyen una variedad de luz de ondas excesivamente pequeñas y de un poder de penetración verdaderamente notable.

Como era natural, los descubrimientos de que hemos hecho referencia, sirvieron de gran estímulo a los investigadores, y en 1896 A. H. Becquerel enriqueció a la ciencia con uno verdaderamente trascendental.

Se había notado, en efecto, que algunas sustancias fosforescentes se vuelven luminosas cuando se las expone por un tiempo a la luz solar. Becquerel quiso ver si alguna de estas sustancias emitía también rayos X, y al efecto, se sirvió de una sal de uranio para ver si era posible fotografiar una cruz de metal envuelta en una sustancia opaca. Dispuso todo lo necesario y esperó que brillara el sol para que sus rayos activaran la sal metálica. El sol no se dejó ver, pero no obstante su ausencia, las radiaciones del uranio fotografiaron la cruz, quedando así descubierta la radioactividad de la materia, la cual se produce de día y de noche. Mi maestro y amigo el doctor Albert Abrams sostuvo la tesis de que "toda materia es radioactiva"; y a pesar de las duras y amargas críticas que esto le ocasionó, hoy casi todos los investigadores están de acuerdo en que la radioactividad es propiedad de toda materia.

Al mismo tiempo que otros investigadores, el profesor P. Curie y su esposa, en el año de 1898, se propusieron averiguar si en el experimento de Becquerel, las radiaciones provenían de la sal de uranio o de alguna otra sustancia asociada a ella, y, con este objeto hicieron el análisis químico de grandes cantidades de minerales, encontrando que en un mineral (pitchblenda) era muy activo en el sentido buscado; y por un proceso de eliminación llegaron a aislar, de ocho toneladas de mineral, una media cucharadita de una sustancia un millón de veces más activa que el uranio. Así se hizo el asombroso descubrimiento del *radium*, el cual, como es bien sabido, fue el punto de partida de nuevas y numerosas investigaciones científicas.

Ahora bien: ¿cuál es la naturaleza de las radiaciones observadas en los experimentos antes citados? Puede decirse que la opinión de los sabios es unánime en el sentido de que, en el caso, se trata de radiaciones eléctricas; y para llegar a esta conclusión, mucho han servido el descubrimiento y el estudio del radio, el cual, como antes dijimos, ha sido el objeto de múltiples y variados experimentos. Uno de éstos, el más sencillo y a la

vez el más concluyente, se verifica de esta manera. Se pone una poca de sal de radio en un recipiente de donde se desprenden las radiaciones. En seguida se aplica el polo positivo de un poderoso imán cerca del recipiente y se observa que el haz radiante se divide en tres; uno que se inclina hacia el lado en que está el imán, otro hacia el lado opuesto y un tercero que no se desvía, sino que sigue la línea recta. Este sencillo experimento prueba que los rayos influenciados por el imán son de naturaleza eléctrica.

El profesor E. Rutherford designó con el nombre de rayos *Alfa* a los positivos que son repelidos por el imán, *Beta* a los negativos que son atraídos por el polo positivo y *Gama* a los neutros que no son influenciados de ningún modo. Estos últimos se comportan como los rayos X; atraviesan los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos y son, además, los que tienen aplicación en la terapéutica.

Los rayos Alfa constituyen casi el 90% de la energía radiada, son absorbidos por las sustancias opacas aun de muy poco espesor; hacen conductor el aire y afectan las placas fotográficas. Sir Ernest Rutherford demostró, por medio de cálculos matemáticos, que los rayos Alfa no son sino átomos de helio con dos cargas elementales positivas.

Los rayos Beta que, como los rayos catódicos, son atraídos por el polo positivo del imán, son también los que más se han utilizado para determinar la estructura del átomo, que es el objeto principal de este trabajo.

Después del descubrimiento del radio, la señora Curie observó que si algunas sustancias no radioactivas se colocan cerca de aquel metal, se vuelven temporalmente radioactivas, perdiendo esta propiedad después de un tiempo variable con la sustancia. A esto se dió el nombre de actividad adquirida, atribuyéndola a una sustancia gaseosa que se llamó emanación. Este hecho singular llevó a Sir Ernest Rutherford a pensar que los átomos de los cuerpos radioactivos se descomponen, formulando entonces su teoría de las disociaciones atómicas.

Determinando por medio de cálculos y razonamientos matemáticos, la velocidad y la carga específica de las partículas que constituyen los rayos Beta, así como su peso que resultó 1.900

veces menor que el del hidrógeno considerado como el cuerpo más ligero de todos los conocidos, se llegó a la conclusión de que dichas partículas no son sino el producto de la descomposición o división de los átomos; es decir, electrones libres con cargas negativas, y los cuales constituyen los rayos catódicos y los rayos Beta de las sustancias radioactivas.

La interpretación de estos experimentos ha llevado a los sabios a la conclusión de que los electrones, que constituyen los átomos de la materia, no son sino partículas eléctricas, espontáneamente liberadas en los cuerpos radioactivos; y si ellos, los electrones, forman la composición de todos los átomos y como dice Sir William Bragg, solamente pueden mantener su existencia individual moviéndose a una velocidad que llega a ser igual a la de la luz; tendremos que admitir, además, que todos los cuerpos y nosotros mismos, vivimos envueltos en un mundo de radiaciones o vibraciones que todos recibimos y contribuimos a formar; que nuestra composición es fundamentalmente eléctrica y que, lo que llamamos materia en todas sus formas, no es sino electricidad en continuo movimiento.

Ahora bien, y siguiendo la corriente de estas ideas, cabe preguntar: ¿Cómo se agrupan los electrones para constituir los átomos? Hasta aquí, como hemos visto, los hombres de ciencia, para llegar a estas conclusiones, han puesto en juego factores físicos y metafísicos; pero en lo que va a seguir, sólo han intervenido los segundos, desde el momento en que, las teorías formuladas descansan sobre suposiciones o hipótesis sin comprobación experimental.

Sir J. J. Thomson, uno de los investigadores que más se han distinguido en esta clase de estudios, imaginó que los electrones se mueven circulando en diferentes órbitas y planos al derredor de un núcleo central. Pero Sir Ernest Rutherford y otros investigadores emitieron después la teoría, según la cual, los electrones girarían al derredor de un núcleo central como los planetas giran al derredor del Sol en órbitas de diferente radio, constituyendo cada átomo un pequeñísimo sistema planetario. Se supuso también que el núcleo está compuesto de electrones positivos, llamados *protones*, reservando el nombre de electrones a los que tienen una carga negativa; que el núcleo

positivo por su atracción, obliga a los electrones a girar constantemente a su derredor; que el átomo está en equilibrio, siempre que el número de electrones libres es proporcional al número de protones; que cuando ésta proporción se pierde, o bien se agregan nuevos electrones provenientes de otros átomos donde sobran, o se desprenden y van a estabilizar un átomo en que faltan, tendiendo siempre a conservar el equilibrio de los átomos.

Por último, el doctor Langmuir es de opinión que los electrones no giran en derredor del núcleo, sino que se mantienen a determinada distancia de él en un violento estado de agitación. Según estas teorías, la clase de átomo dependería del número de electrones que giran al derredor del núcleo central. Así por ejemplo, el hidrógeno tendría un solo electrón, el helio dos y así sucesivamente hasta el más pesado, el uranio, que tendría noventa y dos electrones, estando de acuerdo esta concepción con la ley periódica de Mosley.

De todo esto se infiere que el átomo está constituido por un número variable de electrones o cargas de electricidad negativa, mantenidos juntos por un núcleo o carga de electricidad positiva. Pero ¿qué cosa es una carga eléctrica tratándose de electrones positivos o negativos? Para unos, esta palabra no tiene una connotación precisa sino que es meramente convencional, mientras que otros, aventurando una hipótesis sobre la composición íntima del electrón, suponen que éste está constituido por remolinos de éter, girando los positivos a la derecha y los negativos a la izquierda, sin faltar quien opine que los electrones no son otra cosa que núcleos ondulatorios del éter.

Por este camino, la fantasía e imaginación de los sabios han reducido la materia a remolinos u ondulaciones del éter como sustancia fundamental y han disociado el átomo indivisible de Léucipo y Demócrito.

Pero ¿podremos decir que esta es la última palabra en el asunto de que se trata? Sin ser escépticos respecto a los progresos de la ciencia contemporánea y mucho menos de la futura, abrigamos la creencia de que pasará mucho tiempo para que la inteligencia humana descorra completamente, si acaso, el velo que envuelve el gran secreto de la constitución íntima de la materia.

Por ahora y para no hacer muy largo este trabajo, vamos a resumir la opinión de un sabio, el profesor Calvin S. Page, opinión que constituye una verdadera revolución filosófica, en el sentido de ser contraria a las ideas dominantes que acabamos de exponer.

Varias son las objeciones que el profesor Page opone a la existencia del átomo constituido por electrones y, de entre ellas, vamos a citar las más importantes. Dice:

"1ª Hay tres cosas desconocidas, invisibles e hipotéticas como son *carga, electricidad y electrones*, que entran en la definición de otra cosa invisible e hipotética, el átomo.

"2ª Esta teoría viola la axiomática ley de Contacto dos veces, supuesto que las órbitas ni los átomos se tocan.

"3ª Se admite que la electricidad es una fuerza desconocida, y, sin embargo, dos clases de electricidad están implicadas en la definición.

"4ª Cargas (eléctricas) son cosas desconocidas, variando experimentalmente, y por lo mismo, no pueden aplicarse a un fenómeno constante.

"5ª El movimiento circular (de los electrones) requiere cuando menos dos factores para su continuidad, según la primera ley de Newton, sobre el movimiento de los cuerpos; y en la nueva definición del átomo, nada hay que explique el cambio continuo de dirección de los electrones."

En cuanto a la composición que se asigna a los electrones como formados por remolinos u ondulaciones del éter, la objeción fundamental que se opone es que el éter no existe, según el profesor Page, de acuerdo en este punto con el profesor Einstein y otros investigadores. En efecto; si una cosa se define por sus propiedades individuales, se puede decir que las del éter son negativas: es invisible, intangible e imponderable; no puede medirse, oírse, olerse ni gustarse, y si bien es cierto que la existencia del éter se considera indispensable para explicar varios fenómenos físicos, entre ellos los de la luz por lo que hace a la teoría ondulatoria, veremos más adelante cómo, según el profesor Page, no hay necesidad de invocar la existencia de este cuerpo imaginario, para dar la explicación necesaria.

Pero antes de seguir adelante, debemos decir que el profe-

son Page no desconoce el valor y corrección de los experimentos que hemos narrado someramente en el curso de este trabajo. En lo que difiere, es en la interpretación que se da, pues no acepta la teoría del átomo constituido por electrones, sino que, como vamos a ver, es partidario del átomo de Léucipo y de Demócrito, con las variantes que mencionaremos después.

En 1889, el profesor Page descubrió, según él afirma, un nuevo átomo, al cual dió el nombre de *rex*. Sus propiedades características serían las siguientes, según comprobación experimental: Parece ser de naturaleza eléctrica; su peso es cero absoluto; es el único que repele los átomos de su misma naturaleza y por consiguiente, el único agente de repulsión. Tiene una afinidad especial para los otros átomos a los cuales se adhiere con una fuerza creciente de los menos a los más fuertes. En consecuencia, es el único agente de cohesión entre todos los átomos conocidos. Se mueve con una velocidad igual a la de la luz, como que constituye la luz y es el agente de todos los fenómenos luminosos, lo cual, equivale a volver a la teoría corpuscular de la luz formulada por Newton hace muchísimos años. Rex, mantiene la atmósfera al derredor de la tierra sin lo cual sería imposible la vida; es el agente de la gravitación, del calor, de la electricidad y de muchos fenómenos físicos, astronómicos, químicos y biológicos.

Por virtud de su afinidad para todos los átomos, *rex* entraría también en toda combinación química. Por ejemplo: el óxido de carbono, estaría compuesto de un átomo de carbono, uno de oxígeno y otro de *rex* que determinaría la unión de los dos primeros.

En resumen: Page considera el átomo *rex*, que dice ha logrado aislar, como el elemento esencial de todos los fenómenos físicos conocidos, especialmente como el único agente de repulsión y de cohesión.

Al efecto, vamos a poner algunos ejemplos con el objeto de ilustrar el papel que el profesor Page hace desempeñar al átomo *rex* en los fenómenos físicos.

Luz. "La luz, dice, está constituida por los átomos *rex*, moviéndose en el espacio libre a una velocidad aproximada de 186.000 millas por segundo, decreciendo esta velocidad para los

colores del blanco hasta el violeta que sería de 140,000 millas por segundo.”

El hecho de que la luz camina con menor velocidad a través del vidrio y del agua, hizo abandonar la teoría de Newton hace 95 años, después de que estuvo en uso 125. Pero el hecho es que la luz solar pasando a través de un prisma, gradualmente reduce las velocidades desde el rojo hasta el violeta. Cuando la luz pasa por la parte más delgada del prisma, disminuye un poco la velocidad y produce el rojo; pero al pasar por la porción más gruesa, la disminución es mayor y produce el violeta.

La teoría ondulatoria supone que un haz luminoso, aun del grueso de un cabello, contiene los siete colores, ya se emplee un prisma pequeño o grande; que el prisma es capaz de descomponer la luz y de cambiar los colores, desalojando siempre el rojo hacia abajo y el violeta hacia arriba del espectro; que esta teoría no explica cómo, de las vibraciones de una longitud de onda determinada correspondiente a la luz blanca, resultan siete sistemas de ondas de longitud y de frecuencia variables. Supone también que al pasar la luz blanca por un medio que nos parece rojo, éste absorbe seis colores y sólo deja pasar el rojo que impresiona nuestra retina, siendo así que la verdadera explicación, dice el profesor Page, es que toda la luz, es decir *rex*, disminuye un poco su velocidad y da el color rojo que contemplamos.

Estas ideas del profesor Page han sido al parecer demostradas por el doctor Starr White, de los Ángeles, California, quien produjo los colores haciendo pasar la luz solar a través de capas de seda blanca cuyo espesor varía con el color que se trata de producir.

Gravitación, dice el profesor Page, es la acción de una fuerza atómica que se ejerce entre *rex* y todos los otros átomos con tendencia a moverse en la dirección de donde los átomos de *rex* penetran en el cuerpo atraído. En el caso de los planetas, la tendencia sería moverse hacia el sol que es una fuente inagotable de *rex*, si no hubiera otras fuerzas que los mantuvieran en sus órbitas respectivas que, de paso diremos, no son elípticas según el profesor Page, sino circulares, ocupando el sol un punto fuera del centro.

La gravedad no sería también otra cosa que la expresión de

la afinidad coherente entre los átomos de los cuerpos y el átomo rex existente en la masa de la tierra: Esta afinidad varía con cada clase de átomo y da a cada sustancia su propio y especial peso, lo cual nos explica por qué, no hay dos elementos distintos que tengan un peso atómico igual y por qué cada uno de ellos siempre pesa lo mismo.

No entramos en más explicaciones o aplicaciones de esta teoría, porque nuestro objeto no ha sido otro que el de hacer una relación somera de las que se han formulado acerca de la Constitución de la Materia.

México, 29 de enero de 1929.

