

Divulgaciones de Física moderna

Las nuevas ideas sobre la estructura de la materia

Por J. VALLEJO

LA DIFRACCION DE LA MATERIA

Como decíamos en el artículo anterior, la descripción atómica ideada por Bohr, tras una época de resonantes triunfos, comenzó a caer en descrédito ante los físicos por las contradicciones de principio con la ciencia clásica que encerraba, sin lograr explicar una multitud de fenómenos nuevos, opuestos enérgicamente a los resultados del modelo de Bohr.

Las principales dificultades que la experiencia presenta al átomo cuantista del físico danés, estriban en el carácter ondulatorio de la materia, puestas en evidencia por los efectos de difracción de los electrones, pero antes de entrar a estudiar estos efectos es útil refrescar las ideas que sobre difracción de la luz se tenían desde el siglo pasado: si se disponen dos diafragmas en la dirección de una fuente luminosa y separados entre sí cierta distancia, parece natural que con ello se logra aislar convenientemente un grupo de rayos luminosos, que se manifiesta como una claridad limitada por ción ondulatoria porque se exigía que la luz se propagara por CUANTOS o FOTONES; Einstein propuso un estado intermedio: la fuente luminosa emite un grupo de ondas en forma de aguja los bordes del segundo obturador, si bien es notable que estos bordes no están nítidamente definidos y más bien se presentan en la parte iluminada, como corona de bruma o penumbra. Mas en cuanto se desee reducir el número de rayos, estrechando continuamente el orificio, se observa que la corona de penumbra va tomando cada vez mayores proporciones relativas a la zona de plena iluminación y cuando se alcanza cierta magnitud sólo se presenta tras la pantalla un cono de penumbra que con mayores reducciones, se va ampliando hasta presentar una iluminación difusa. Esta es la difracción de la luz, que podría compararse a una desviación de los rayos al bordear la arista. Si en lugar de los diafragmas se emplea una hoja metálica tan delgada que casi transparente, el resultado será análogo puesto que los átomos dejan intersticios hábiles para la difracción, pero entonces es conveniente emplear una clase de luz de menor longitud de onda, los rayos X y como en este ca-

so ya no es sólo un orificio sino una multitud, los fenómenos difieren naturalmente presentándose en forma de anillos concéntricos, que resultan de la difracción de los rayos al bordear los cristales bajo un mismo ángulo. El profesor G. P. Thomson substituyó los rayos X por un haz de electrones lanzados a través de una delgada película de oro, obteniendo objetos semejantes a los producidos por la vibración de los rayos X. De aquí hay que concluir que los electrones se portan precisamente como las ondulaciones luminosas y como dice G. Darwin: "Esta es la deducción directa e incontrovertible, y es tan contraria a todas nuestras ideas acerca de la materia que debe considerarse como la revolución mayor, operada en toda la ciencia física".

LA MECANICA ONDULATORIA

Pero al lado de este resultado están otros que parecen evidenciar la existencia de partículas anejas al electrón: ciertas substancias como el sulfuro de cinc, tienen la propiedad de centellear bajo el choque de los electrones, efecto fácilmente observable si se bombardea una lámina de cristal con estas sustancias.

Crisis grave fue ésta para la física del átomo, análoga a la que hace más de un siglo comenzó a sufrir la teoría de la luz, cuando los fenómenos de interferencia se colocaban al lado de la ondulatoria mientras otros muchos respaldaban la de Newton; de aquélla lucha salió triunfante el sistema de Huygens, pero en los últimos años la hipótesis cuantista volvió a poner en aprietos a la concepción ondulatoria porque se exigía que la luz se propagara por CUANTOS o FOTONES; Einstein propuso un estado intermedio: la fuente luminosa emite un grupo de ondas en forma de aguja y luego se extingue un instante para producir en seguida otro fotón. De esta manera se puede considerar, en una primera aproximación, al cuanto luminoso como partícula, y así satisfacer las exigencias de los que piden una naturaleza discontinua de la luz.

Análogamente a la idea de Einstein en óptica, Luis de Broglie rechazó el dilema corpúsculo-onda para el electrón, dándole una conformación dualística que encierra a la vez las propiedades de partícula y de ondulación, idea que se levantó como una nueva mecánica cuantista sobre las cenizas de la ya vieja teoría de Planck y Bohr. El desarrollo matemático fue verificado por Schrodinger, quien desdeñó la concepción corpuscular del electrón para construir su esquema sobre la base de que sólo forman un campo eléctrico

en torno al núcleo pero sometido a un movimiento vibratorio de ondulaciones principales y armónicas. Dotando a estas vibraciones de cierta intensidad puede hacerse producir una interferencia que extingue el campo en su mayor parte para acumularse en algunos puntos que van cambiando de posición a medida que vibra el campo, dando así lugar a una especie de movimiento en torno al núcleo, semejante a los electrones del modelo de Bohr. Así quedaba explicada la naturaleza ondulatoria de la materia, exigida por el efecto de difracción, y se aprovechaba muchos de los éxitos del átomo de Bohr sin necesidad de admitir los postulados que minaron la validez de aquél.

"Pero, a pesar de todos estos éxitos—dice Reichenbach—la interpretación de las ondas dada por Schrodinger, no se ha podido mantener. Se calculó que el paquete de energía de Schrodinger no se puede conservar durante mucho tiempo, y que, por tanto, la explicación del electrón como fenómeno de interferencia no es sólida. Precisamente los experimentos sobre la difracción de las ondas electrónicas se pueden considerar como una prueba en contra de la interpretación de Schrodinger. En efecto, sería imposible que en un bombardeo del cristal tales paquetes de energía, formados por ondas, se conservasen todavía después de la difracción; por el contrario, las ondas rechazadas deberían haber perdido por completo el carácter corpuscular".

LA TEORIA DE LA INCERTIDUMBRE

Heisenberg ha traído un nuevo punto de vista al análisis de cuestión tan inquietante como es la de conciliar las conclusiones de los experimentos demostrativos de la naturaleza ondulatoria, con los que exigen su estructura corpuscular. De un cuidadoso examen de los diversos procedimientos para efectuar mediciones, combinado con el análisis sobre la teoría del conocimiento, deduce que es inútil buscar experimentos cruciales para resolver el dilema onda-partícula.

Toda observación de un fenómeno entraña una perturbación del estado natural del objeto estudiado y de aquí la imposibilidad de conocer exactamente su posición o velocidad. Las investigaciones que hagamos sobre las propiedades de un cuerpo, sólo nos muestran una fase de ese cuerpo, verificando las demás en la observación: el anatomista para analizar el interior del corazón tiene que privar de la vida al objeto de su estudio con lo cual sólo cono-

ce una fase del órgano, cuando está muerto; no aprende nada de la función misma sino en estado perturbado. Sin embargo, en el mundo macroscópico, el mundo de nuestras sensaciones directas, éstas perturbaciones no influyen generalmente lo bastante para tenerlas en cuenta o pueden, al menos, corregirse con cierta exactitud. Así, si queremos medir la velocidad de un eje, al ponerle el tacómetro aumentamos las resistencias y con ello apreciamos una velocidad inferior a la real; si medimos la temperatura de un líquido, al introducir el termómetro perturbamos su estado térmico y es menester corregir el resultado, aunque no es posible una corrección absolutamente exacta. Pero en el mundo microscópico la cosa es más grave: supongamos que se quiera estudiar el movimiento de un electrón; con microscopio no podemos jamás verlo por más que se aumente la potencia, pues la longitud de onda de la luz es mucho mayor que el tamaño del electrón y por tanto saltará sobre el obstáculo; pero con el empleo de rayos X, que son de menor longitud, podría hacerse quebrar el rayo contra el electrón y registrar el fenómeno en una placa fotográfica, empleando así lo que se podría llamar un "microscopio de rayos X". Ahora bien, los rayos Roentgen son capaces de mover un electrón, con lo cual nuestra observación se va a tierra porque no nos dice nada sobre el estado inicial, sino sobre el final.

Comparemos las experiencias que sustentan las concepciones ondulatorias y corpusculares del electrón: al lanzar los electrones por un orificio para provocar la difracción, les impedimos que choquen contra una pantalla centelleante y así solo podemos observar en ellos su ondulación, y si se proyectan contra un obstáculo sensible con sulfuro les impedimos difractarse. No se debe concluir de aquí, dice Heisenberg, que los electrones son ondas o partículas sino que estas características se complementan.

En conclusión, todas nuestras medidas están afectadas de una incertidumbre y mientras más exacto busquemos el conocimiento de una fase, mayor perturbación haremos en las otras, es decir, con mayor incertidumbre veremos las demás. Cuando se desee determinar la velocidad y la posición de un objeto, la precisión en la medida de la una, aumenta la incertidumbre en la otra, y según Heisenberg el producto de esas incertidumbres tiene un valor fijo.

Estas son las ideas que actualmente agitan la opinión del mundo científico y no pueden considerarse como definitivas, al contrario, en pocos años habremos de ver metamorfosis completas.