



Las propiedades magnéticas de los muones

Luis Estrada

Como es bien sabido la estructura de la materia es atómica, esto es, está formada por componentes últimas denominadas partículas fundamentales. El atomismo actual es más elaborado de lo que usualmente se presenta pues está construido en varios niveles de profundidad cada vez mayor. Así la materia ordinaria está compuesta por elementos químicos que en condiciones ordinarias son conjuntos de moléculas. Como éstas están formadas por átomos se suele terminar ahí afirmando que los elementos químicos, y por tanto la materia, está formada por átomos.

La imagen de los objetos antes descrita no es incorrecta aunque sí incompleta pues se refiere sólo a los dos primeros niveles. Lo primero que convendría aclarar es que aunque la palabra átomo sigue usándose para designar a los corpúsculos antes mencionados, ella no corresponde a su origen etimológico (sin cortadura posible, indivisible) pues sabemos que las componentes moleculares, los objetos ahora llamados átomos son compuestos. A partir de la segunda década del siglo pasado, con el descubrimiento del núcleo atómico, se inició el desarrollo de la física atómica, la teoría de las estructuras compuestas por electrones unidos por tales núcleos.

Como sabemos la imagen más difundida de los átomos es la de un microscópico sistema solar en el que el núcleo atómico juega el papel del sol y los electrones el de los planetas. Esto tampoco es incorrecto aunque muy burdo, pues sabemos ya que los electrones no son pequeñas esferas que podrían pasar por planetas vistos desde muy lejos. El electrón fue descubierto hace más de un siglo y fue la primera partícula fundamental conocida. No es fácil hacerse una idea de cómo es un electrón, ya que éste objeto pertenece a un mundo muy diferente del de la vida cotidiana, y su descripción científica sólo puede hacerse empleando ideas y conceptos elaborados por la física cuántica.

Sin pretender dar una imagen del electrón puede decirse que esta partícula fundamental es un objeto pequeñísimo (menor que un billonésimo de milímetro), que posee masa y carga eléctrica (la cual es negativa) y que tiene propiedades magnéticas (se porta como un pequeño imán). Por otra parte como los núcleos atómicos poseen carga positiva atraen a los electrones y forman átomos. El más sencillo de ellos es el hidrógeno (que sólo tiene un electrón) y el siguiente es el helio (que tiene dos electrones). Es importante señalar que las propiedades magnéticas del electrón han sido explicadas con ayuda de la física cuántica y la magnitud básica empleada en las mediciones de tales propiedades, el llamado momento magnético, ha sido calculado y medido con gran precisión, lo cual ha sido considerado una de las pruebas mayores de la validez de la teoría cuántica.

Como ya se mencionó la estructura atómica de la materia presenta niveles más profundos. El núcleo atómico es también un compuesto pues está formado por protones y neutrones y ahora sabemos que éstos también son agregados y están compuestos por una familia de partículas conocidas como los cuarc. La evidencia actual muestra que éstos objetos son partículas fundamentales, lo cual ha hecho confiar en que hemos tocado el fondo de la estructura atómica. Sin embargo la situación es más compleja ya que los cuarc no son las únicas partículas

fundamentales conocidas. Hay otra importante familia, los llamados leptones, que también son componentes básicas del mundo microscópico y a ella pertenecen los electrones y los muones, estas últimas partículas descubiertas en la radiación cósmica, la lluvia de pequeños corpúsculos que llegan a la tierra provenientes del exterior.

Como miembros de una misma familia, los muones son partículas muy semejantes a los electrones aunque con mucha más masa, y hemos aprendido cómo producirlos en los laboratorios para estudiarlos. En particular se han analizado sus propiedades magnéticas y se ha calculado y medido su momento magnético. Sin embargo aún no había sido posible hacer mediciones tan precisas como para compararlas bien con los valores calculados con la teoría disponible. Es importante señalar que este conocimiento científico se conoce como el modelo estándar de las partículas fundamentales y fue elaborado con base en la física cuántica. Esta teoría ha resultado muy satisfactoria y es el cimiento del saber actual acerca de la estructura de la materia.

El modelo estándar es la teoría última del mundo microscópico. Parte de dos familias de partículas fundamentales, los leptones y los cuarc, y con ellos explica la formación de protones y neutrones, de núcleos atómicos y de átomos y moléculas. Para ello considera fuerzas, también de naturaleza fundamental, entre las que se cuentan las fuerzas electromagnéticas y las nucleares, las cuales actúan como agentes de unión de las partículas fundamentales. La aceptación definitiva de esta teoría ocurrió en 1967, cuando con ella fue posible unificar la fuerza electromagnética con otra de origen nuclear, esto es, mostró que esas dos fuerzas eran sólo manifestaciones de una interacción única que se desdobra cuando actúa en situaciones en las que la energía no es muy grande, como sucede en las condiciones terrestres ordinarias.

Hace unos días científicos del Laboratorio Nacional Brookhaven, situado en Upton, N Y, anunciaron la próxima publicación del resultado de una medición muy precisa del momento magnético del muón. Durante los pasados tres años esos físicos han producido muones para estudiar su comportamiento en el campo magnético de un imán de 14 m, hecho de material superconductor. Los experimentos que realizaron han permitido medir el momento magnético del muón con una imprecisión no mayor de una parte en un millón y el valor encontrado muestra una clara discrepancia con lo predicho por el modelo estándar.

Aunque todavía habrá que esperar el resultado definitivo de esos experimentos, el anuncio del estudio reciente del momento magnético del muón tiene mucha importancia. Además de ser otro gran logro en materia de mediciones (se efectuó una muy precisa de una propiedad sutil de una eludible partícula) el experimento es una prueba de los límites de una teoría de gran éxito. La razón de esto último es que las causas de la posible discrepancia entre los valores medidos y los calculados apuntan a la necesidad de sustituir el modelo estándar por otro más refinado. Los físicos cuentan ya con posibles sustitutos (el candidato más fuerte es el llamado modelo de la supersimetría, elaborado con la experiencia ganada con el uso del actual) aunque ellos traerán extrañas novedades. La principal es que esas teorías predicen la existencia de nuevas partículas fundamentales, esto es, nos anuncian que en el Universo hay más “átomos” que los leptones y los cuarc.