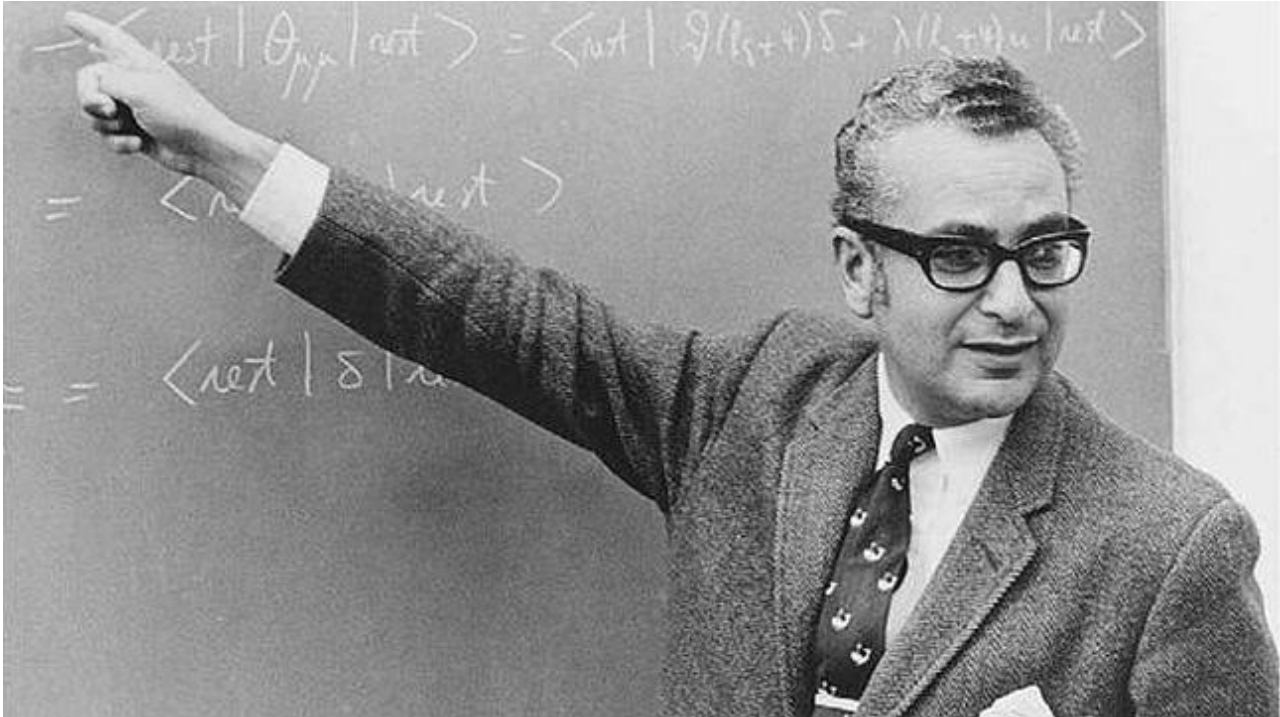


CIENCIA

¡Tres quarks para Muster Mark!

AUGUSTO BELÉNDEZ VÁZQUEZ Y ENRIQUE ARRIBAS GARDE
Día 30/12/2014 - 01.55h

Se cumplen cincuenta años de la teoría de los quarks, que permitió profundizar en el conocimiento de la estructura íntima de la materia



Murray Gell-Mann

En nuestra civilización occidental, heredera de la Antigua Grecia, muchas ideas introducidas por filósofos como **Platón** o **Aristóteles** han llegado hasta nuestros días. Su arte estaba caracterizado por la búsqueda de la belleza ideal y su proporción aurea o “divina proporción” explicaba matemáticamente esta belleza y ya no sólo en el arte sino en la misma Naturaleza. Fueron también filósofos griegos como **Leucipo** y **Demócrito** los primeros en proponer en el siglo V a.C. la revolucionaria idea de que la materia estaba constituida por pequeñas partículas indivisibles que denominaron **átomos** (del griego, “indivisible”). Acababa de introducirse la idea de la existencia de partículas elementales que aún persiste en la Física. Desde entonces los átomos permanecieron en el olvido hasta que **Lavoisier** en 1789 relacionó el concepto de elemento químico con las hipótesis atomísticas griegas. A finales del siglo XIX y principios del XX se descubrió que los átomos no eran indivisibles sino que tenían una estructura interna formada por un conjunto de electrones moviéndose alrededor de un núcleo central, el cual se comprobó años después que estaba constituido por protones y neutrones. Tras la Segunda Guerra Mundial llegaron los muones, tauones, neutrinos, piones, kaones, hiperones y un largo etcétera, sin olvidar a sus correspondientes antipartículas. Un auténtico zoo repleto de partículas elementales que los físicos pronto pusieron manos a la obra para clasificar.

Los gigantescos aceleradores de partículas y los refinados detectores permitieron a los científicos penetrar aún más en las profundidades del microcosmos y, como resultado, los físicos teóricos concluyeron que algunas partículas que eran consideradas elementales y denominadas hadrones –como los protones y neutrones del núcleo atómico– pudiera que no fueran tan elementales como se pensaba hasta entonces, sino que estarían constituidas por otras partículas aún más pequeñas. Este nuevo concepto fue introducido de forma independiente en 1964, justo hace cincuenta años, por los físicos estadounidenses **Murray Gell-Mann y George Zweig**. Esas partículas más pequeñas fueron denominadas **quarks** por **Gell-Mann**, una palabra que extrajo de una frase absurda de la novela *Finnegans Wake* del escritor irlandés James Joyce: “**¡Tres quarks para Muster Mark!**”.

La novela de Joyce, considerada como uno de los libros más difíciles de la literatura en lengua inglesa, relata la vida de Mr. Finn, al que veces llama Mr. Mark (de ahí la cita anterior). En la novela, llena de juegos de palabras a veces casi ininteligibles, puede que los tres quarks sean los hijos de Mr. Finn y en ocasiones le suplantán. La asociación que quizá hizo Gell-Mann con la Física de partículas elementales resulta así clara: Mr. Finn (o Mr. Mark) sería el protón y en algunas ocasiones se comportaría como si constará de tres quarks. El número 3 juega un papel esencial en esta teoría (de ahí seguro la elección por Gell-Mann de la cita de Joyce). Existen dos tipos de hadrones, los bariones y los mesones. Los primeros están formados por tres quarks y los segundos por dos (en realidad por un quark y un antiquark). También hay otras partículas, denominadas “**exóticas**”, que presentan otras combinaciones de quarks. Gell-Mann fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1969, apenas cuatro años después de que propusiera la existencia de los quarks, lo que demuestra la importancia de su teoría no sólo para la física de partículas sino para la propia concepción de la estructura íntima del Universo.

Existen **seis tipos de quarks** llamados **sabores** y conocidos como up (u, arriba), down (d, abajo), strange (s, extraño), charm (c, encanto), top (t, cima) y bottom (b, fondo), junto con sus correspondientes **antiquarks**. Los **protones** (uud) están formados por dos quarks up y uno down, mientras que los neutrones (udd) están compuestos por dos quarks down y uno up. En 1964 la teoría de los quarks de Gell-Mann sólo incluía tres quarks, como en la frase de Joyce, up, down y strange (u, d y s), el resto se descubrió posteriormente en colisiones de alta energía como las que tienen lugar en los gigantescos aceleradores de partículas. En 1974 se halló el quark charm en el **Centro del Acelerador Lineal de Stanford (SLAC)** en California y en el **Laboratorio Nacional de Brookhaven** situado en Long Island, Nueva York. En 1977 se descubrió el quark bottom también en Brookhaven y en 1995 el quark top en el Laboratorio Nacional del Acelerador Fermi (Fermilab) en Batavia, cerca de Chicago, Illinois.

Los quarks han revolucionado desde entonces las concepciones de la Física. Tienen carga eléctrica fraccionaria, se encuentran confinados—como auténticos cautivos—en el interior de los hadrones por la llamada esclavitud infrarroja y están fuertemente ligados entre sí mediante una fuerza que se manifiesta mediante el intercambio de unas partículas llamadas **gluones** (del inglés “glue”, pegamento). Cada quark se presenta en tres variedades denominadas caprichosamente colores, rojo, verde y azul, que no tienen nada que ver con los colores de la luz visible. Son como una carga pero, en vez de eléctrica, de color. El color de un quark individual cambia continuamente mientras se intercambian gluones. Los gluones también tienen color. Hasta ahora nadie ha podido aislar un quark individual por lo que son inobservables como entes aislados, al igual que sucede con los dos polos

magnéticos de un imán. Esta teoría de las interacciones fuertes entre quarks fue denominada **Cromodinámica Cuántica** por los físicos teóricos haciendo uso de su original sentido del humor, como podemos comprobar en las numerosas frases que **Sheldon Cooper** pronuncia en la serie «**The Big Bang Theory**», que arrasa entre la audiencia más joven. Si pretendían poner una nota de color en la Física, sin duda que lo consiguieron.

Desde el atomismo de los filósofos griegos hace dos mil quinientos años hasta nuestros días, la Física ha recorrido un largo camino para desentrañar la estructura íntima de la Naturaleza y conocer los ladrillos fundamentales de construcción de la materia. En la actualidad la teoría física denominada «**modelo estándar**» describe las interacciones fundamentales (salvo la gravedad) y las partículas elementales. Este modelo, que por cierto predecía la existencia del anhelado y recientemente descubierto bosón de Higgs, incluye tres familias de partículas: los leptones, los quarks y las partículas mediadoras de las diversas interacciones. Pero volviendo al principio, y como esos cánones de belleza de los antiguos griegos, también el modelo estándar es considerado por algunos como de gran belleza. Murray Gell-Mann afirmó en una entrevista concedida a la revista Muy Interesante en Sevilla en 1995 que “**si una teoría es bella, al final resulta útil**”. Probablemente, el matemático francés **Henri Poincaré** ya intuía esto cuando señaló que las teorías que intentan conocer cómo es el mundo que nos rodea son hermosas porque “la Naturaleza es bella, ya que si no lo fuera, no valdría la pena conocerla, no valdría la pena vivir la vida”.

AUGUSTO BELÉNDEZ VÁZQUEZ *es catedrático de Física Aplicada de la Universidad de Alicante y* **ENRIQUE ARRIBAS GARDE**, *profesor de Física Aplicada de la Universidad de Castilla-La Mancha*
