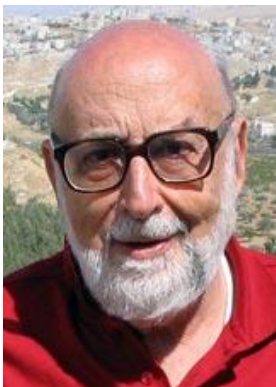
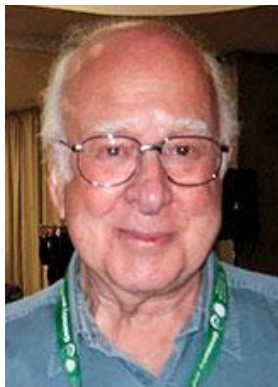


El inglés Peter W. Higgs y el belga Francois Englert han sido galardonados con el Premio Nobel de Física 2013 por ser los descubridores “de un mecanismo que contribuye a la comprensión del origen de la masa de las partículas subatómicas”.

Ambos han recibido este galardón por ser los descubridores de un mecanismo que contribuye a la comprensión del origen de la masa de las partículas subatómicas, un



hallazgo que se ha confirmado recientemente a través de los experimentos elaborados en la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN).

El británico Peter Higgs nació en 1929 en Newcastle upon Tyne, estudió Física en el King's College de la Universidad de Londres, donde se doctoró en 1954. Ese año se trasladó a la Universidad de Edimburgo, donde inició su labor docente e investigadora y, salvo un paréntesis de cuatro años en Londres, desarrolló toda su carrera, alcanzando la cátedra de Física Teórica en 1980.

Desde 1996 es catedrático emérito de la Universidad de Edimburgo. “Broken Symmetries, Massless Particles and Gauge Fields”, publicado en septiembre de 1964 en Physics Letters, y “Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons”, un mes después en Physical Review Letters, son los artículos en los que Higgs expuso su teoría sobre la existencia del bosón escalar.

Por su parte, el investigador belga François Englert nació en 1932 se licenció en Ciencias Físicas en la Universidad Libre de Bruselas en 1958 y se doctoró al año siguiente. Investigador asociado (1959-1960) y profesor asistente (1960-1961) en la Universidad de Cornell (EE.UU.), en 1961 empezó a enseñar en la Universidad Libre de Bruselas, donde también dirigió el Grupo de Física Teórica desde 1980.

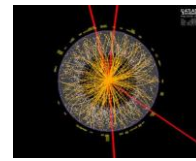
Higgs y Englert (este junto al fallecido Robert Brout) formularon en 1964, de manera independiente, la existencia de la partícula subatómica en el origen de la masa de otras partículas, que se ha conocido como ‘bosón de Higgs’ o ‘bosón escalar’.

La publicación de los trabajos de Englert y Brout, por un lado, y Higgs, por otro, a los que siguieron los de otros, describiendo el mecanismo de ruptura de simetría en el ámbito de la teoría cuántica de campos, supuso un hito y proporcionaron un elemento clave para completar el Modelo Estándar de la física de partículas -la tabla periódica del mundo subatómico y sus reglas, que explican el funcionamiento del universo-.

Casi 50 años después, el 4 de julio de 2012, la Organización Europea para la



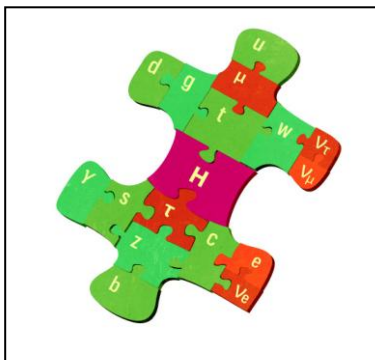
Investigación Nuclear (CERN) confirmó, mediante la experimentación en el gran colisionador de hadrones (LHC) en la que han participado unos 3.000 científicos, la existencia de esta partícula. Este hallazgo, que ha sido



considerado el mayor descubrimiento en la historia de la comprensión de la naturaleza, permite asomarse a la observación de lo que ocurrió inmediatamente después del Big Bang.

Lo último

El mecanismo descubierto es una parte central del Modelo Estándar de la física de partículas, que describe cómo se construye el mundo. Según el modelo estándar, todo, las flores, las estrellas, los planetas y la gente que los habitan, se componen de unos pocos elementos básicos: las partículas de materia. Estas partículas son gobernadas por fuerzas mediante las partículas de fuerza que hacen que todo funcione como debería. El Modelo Estándar en su totalidad también se basa en la



existencia de un tipo especial de partícula: la partícula de Higgs. Está conectado a un campo invisible que llena todo el espacio. Aun cuando nuestro universo parece vacío, este campo está ahí. Si no hubiera estado allí, los electrones y los quarks serían masa más menos igual que los fotones y las partículas de luz. Y al igual que lo harían los fotones, al igual que la teoría de Einstein predice, correrían a través del espacio a la velocidad de la luz, sin ninguna posibilidad de quedar

atrapados en los átomos o moléculas. Nada de lo que conocemos, ni siquiera nosotros existiríamos. Por tanto la teoría propuesta por François Englert y Peter Higgs ha rescatado el soporte del Modelo del colapso.

El modelo que creó el orden

La idea de que el mundo se puede explicar en términos de que su construcción se sustenta en unos pocos elementos es antigua. Ya en el año 400 aC, el filósofo Demócrito postulaba que todo consiste en átomos (Átomo en griego significa indivisible). Hoy sabemos que los átomos no son indivisibles. Se componen de electrones que orbitan alrededor de un núcleo atómico compuesto de neutrones y protones. Y los neutrones y protones, a su vez, se componen de partículas más pequeñas llamadas quarks. En realidad, sólo los electrones y los quarks son indivisibles de acuerdo con el modelo estándar.

El núcleo atómico se compone de dos tipos de quarks, los quarks superiores y los quarks inferiores. Así que de hecho, son tres los elementos necesarios para configurar

las partículas de toda la materia existente: los electrones, los quarks superiores y los quarks inferiores. Sin embargo, durante los años 1950 y 1960, se observaron de forma inesperada nuevas partículas que procedían de la radiación cósmica, por lo que el Modelo Estándar tenía que incluir estos nuevos hermanos de electrones y quarks. Además de las partículas de materia, también hay que considerar partículas para cada una de las cuatro fuerzas de la naturaleza (la gravitación, electromagnetismo, la fuerza débil y la fuerza fuerte). La gravitación y el electromagnetismo son los más conocidos, se atraen o se repelen, y podemos ver sus efectos con nuestros propios ojos. La fuerza fuerte actúa sobre los quarks y sostiene los protones y neutrones en el núcleo, mientras que la fuerza débil es responsable de desintegración radiactiva, que es necesaria, por ejemplo, en los procesos nucleares dentro del Modelo Estándar de la física de partículas del sol. El une la componentes fundamentales de la naturaleza y tres de las cuatro fuerzas conocidas por nosotros (la cuarta, la gravitación, se mantiene fuera del modelo). Durante mucho tiempo, resultó un enigma conocer cómo estas fuerzas trabajan realmente. Por ejemplo, ¿cómo la pieza de metal que se siente atraída por el imán sabe que el imán se encuentra un poco más lejos? ¿Y cómo en la Luna se siente la gravedad de la Tierra?

El espacio está lleno de campos invisibles

La explicación ofrecida por la física es que el espacio está lleno de muchos campos invisibles. El campo gravitatorio, el campo electromagnético, el campo quark y todos los otros campos llenan el espacio, o más bien, el espacio-tiempo de cuatro dimensiones, un espacio abstracto donde se desarrolla la teoría. El Modelo Estándar es una teoría cuántica de campos en los que los campos y las partículas son los pilares esenciales del universo. En la física cuántica, todo se ve como una colección de vibraciones en los campos cuánticos. Estas vibraciones se realizan a través del campo en pequeños paquetes, cuanto, que se nos presentan en forma de partículas.

Existen dos tipos de campos: campos de materia con partículas de materia y campos de fuerza con partículas de fuerza, son los mediadores de las fuerzas. La partícula de Higgs, también, es una vibración de su campo conocida como el bosón de campo. Sin este campo a menudo el Modelo Estándar se derrumbaría como un castillo de naipes, porque la teoría cuántica de campos trae infinitos que tienen que ser refrenado y simetrías que no se puede ver. No fue sino hasta François Englert con Robert Brout y Peter Higgs, y más tarde en varios otros, demostró que el campo de Higgs puede romper la simetría del Modelo Estándar sin destruir la teoría de que el modelo sea aceptado. Esto es debido a que el Modelo Estándar haría sólo funcionan si las partículas no tuvieran masa. En cuanto a la fuerza electromagnética, con sus fotones sin masa como mediadores, no había ningún problema. La fuerza débil, la forma γ nunca, está mediada por tres partículas masivas, dos partículas cargadas eléctricamente W y una Z de partículas. Ellos no se sienten bien con el fotón de pies ligeros. ¿Cómo podía la fuerza electro-débil, que unifica las fuerzas electromagnéticas y débiles, ocurrido? El Modelo Estándar fue amenazado. Aquí es donde Englert, Brout

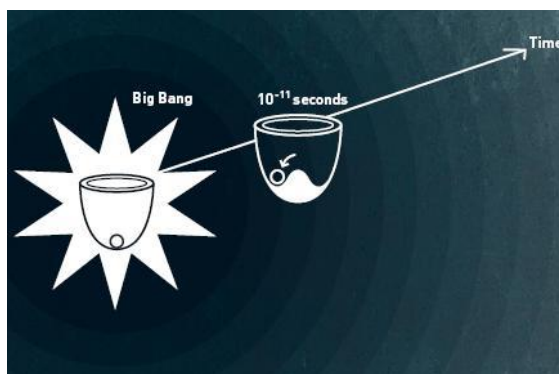
y Higgs entran en el escenario con el ingenioso mecanismo de partículas para adquirir masa que lograron rescatar del Modelo Estándar.

La simetría se oculta, pero sigue ahí

Nuestro universo nació probablemente simétrico en el momento del Big Bang, todas las partículas sin masa y todas las fuerzas se unieron en una sola fuerza primordial. Este orden original ya no existe su simetría se ha ocultado a nuestra vista. Algo sucedió después de 10^{-11} segundos del Big Bang, el campo de Higgs perdió su equilibrio original cuando se trasladó a su nivel más bajo de energía del centro de punto simétrico. ¿Cómo ocurrió?

Todo comenzó simétricamente, este estado se puede describir como la posición de un balón en medio de un recipiente redondo, en su estado de energía más bajo, con sólo pulsar el balón este comienza a rodar, pero después de un tiempo se vuelve hacia el punto más bajo.

Sin embargo, surge una joroba en el centro de la taza, que ahora se parece más a un sombrero mexicano, la posición en el centro todavía será simétrica pero también se ha convertido en inestable. La pelota rueda cuesta abajo en cualquier dirección. El sombrero es todavía simétrico, pero una vez que la bola ha rodado hacia abajo, la posición del centro esconde la simetría. De una manera similar el campo de Higgs rompió su simetría y se encontró a un nivel de energía estable en el vacío lejos de la posición simétrica cero. Esta ruptura espontánea de la simetría también se conoce como la fase de transición del campo de Higgs, es como cuando el agua se congela.



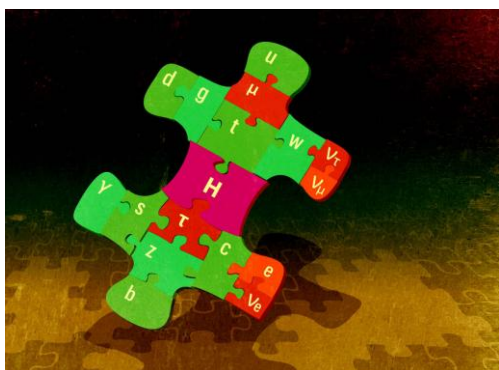
El sombrero es todavía simétrico, pero una vez que la bola ha rodado hacia abajo, la posición del centro esconde la simetría. De una manera similar el campo de Higgs rompió su simetría y se encontró a un nivel de energía estable en el vacío lejos de la posición simétrica cero. Esta ruptura espontánea de la simetría también se conoce como la fase de transición del campo de Higgs, es como cuando el agua se congela.

Con el fin de que la transición de fase se produzca, se requieren cuatro partículas pero sólo una, la partícula de Higgs sobrevivió. Las otras tres fueron consumidas por los mediadores de la fuerza débil, dos partículas cargadas eléctricamente W y una partícula Z, que de ese modo consiguió su masa. De esa manera la simetría de la fuerza electrodébil del Modelo Estándar se salvó, la simetría entre las tres partículas pesadas de la fuerza débil y el fotón sin masa de la fuerza electromagnética se mantiene, pero oculto a la vista.

El universo fue creado probablemente de forma simétrica, y el campo invisible de Higgs tenía una posición simétrica que corresponde a la posición estable de un balón en el centro de un recipiente redondo.

Un puzle en el interior de otro puzle

Los experimentos con partículas se comparan a veces con el acto de romper dos relojes suizos de forma conjunta con el fin de examinar la forma en que se construyen. Pero en realidad es mucho más difícil de lo que parece, porque las partículas que



buscan los científicos son totalmente nuevas, ya que se crean a partir de la energía liberada en la colisión. De acuerdo con conocida fórmula de Einstein $E = mc^2$, la masa es un tipo de energía. Y es la magia de esta ecuación es lo que hace posible, incluso para partículas sin masa, crear algo nuevo cuando chocan, como cuando dos fotones chocan y crean un electrón y su antipartícula, el positrón, o

cuando una partícula de Higgs se crea en la colisión de dos gluones, si la energía es lo suficientemente alta. Los protones son como pequeñas bolsas llenas de partículas quarks, antiquarks y gluones. La mayoría de ellos pasan unos a través de otros sin más, en promedio, cada vez que dos enjambres de partículas chocan producen sólo veinte colisiones frontales completas. Menos de una colisión entre un billón podría valer la pena para seguir adelante. Esto puede no parecer mucho, pero cada uno de estos resultados de colisión producen una explosión brillante de cerca de un millar de partículas. A 125 GeV, la partícula de Higgs resultó ser un centenar de veces más pesada que un protón y esta es una de las razones por las que era tan difícil de producir. Sin embargo, el experimento está lejos de estar acabado. Los científicos del CERN esperan lograr nuevos descubrimientos innovadores en los años venideros. A pesar de que es un gran logro haber encontrado la partícula de Higgs que era la pieza que faltaba en el rompecabezas del Modelo Estándar, el Modelo Estándar no es la última pieza en el puzzle. Una de las razones cósmicas de esto es que el Modelo Estándar trata ciertas partículas, neutrinos, por ser virtualmente sin masa, mientras que los estudios recientes demuestran que en realidad no tienen masa. Otra razón es que el modelo sólo describe la materia visible, que sólo representa una quinta parte de toda la materia del universo. El resto es materia oscura de un tipo desconocido. No resulta evidente para nosotros, pero puede ser observado por su atracción gravitacional que mantiene unidas a las galaxias y evita que se rasgue o aparten. En todos los demás aspectos, la materia oscura evita involucrarse con la materia visible. Eso sí, la partícula de Higgs es especial, tal vez se podría lograr establecer contacto con esa oscuridad enigmática. Los científicos esperan ser capaces de obtener, aunque sólo sea una idea, de la materia oscura, ya que continuara la persecución de partículas desconocidas en el LHC en los próximos decenios.