

FÍSICA NUCLEAR > TRIBUNA i

Bosón de Higgs: diez años del descubrimiento del siglo (hasta ahora)

¿Qué nos ha enseñado el bosón de Higgs sobre el universo? ¿Y qué es lo que todavía no entendemos?



ALBERTO CASAS

04 JUL 2022 - 10:22 CEST



Hace exactamente 10 años, desde el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) se anunció [el descubrimiento del bosón de Higgs](#). La noticia tuvo una repercusión científica y mediática sin precedentes en un tema de física fundamental. Con la perspectiva de una década, podemos preguntarnos: ¿Estaba justificado tanto revuelo?, ¿qué nos ha enseñado el bosón de Higgs sobre el universo? Y más aún: ¿qué es lo que todavía no entendemos? ¿Cuáles son las cuestiones más candentes de la física básica?

Volviendo al principio, el revuelo de hace 10 años estaba plenamente justificado. Sin duda, [el descubrimiento del bosón de Higgs](#) es el avance más importante de las últimas décadas en nuestro conocimiento profundo de la naturaleza. Podríamos situarlo en la línea de grandes hitos científicos del siglo pasado, como la comprensión de la estructura atómica de la materia o el descubrimiento de las [huellas del Big Bang](#) en el universo. ¿Por qué es tan importante el bosón de Higgs? En primer lugar, arroja luz sobre conceptos muy básicos y familiares. Tan familiares, que a menudo no meditamos sobre ellos. Por ejemplo, todos estamos acostumbrados a las fuerzas eléctricas y magnéticas. Ahora bien, ¿por qué hay fuerzas eléctricas?, ¿por qué son como son? Si nos paramos a pensarlo, es un hecho misterioso. El bosón de Higgs nos ayuda a entender (en parte) este “hecho de la vida”, crucial para nuestra existencia. El bosón de Higgs arroja luz también sobre otros conceptos, como el del vacío (¿está el vacío realmente vacío?) o las interacciones débiles. Estas últimas no resultan tan familiares como las electromagnéticas, pero son igual de fundamentales, y las responsables de que el Sol brille y pueda existir la vida en la Tierra. Y nuestro bosón, que ahora cumple 10 años, juega un papel absolutamente crucial para entenderlas. Pero sobre todo, el Higgs arroja luz sobre la noción de masa.

La masa es de esos conceptos tan cotidianos que no nos preguntamos sobre su razón de ser. Simplemente, sucede que los objetos tienen masa. Pero ¿por qué la tienen? Avisemos de entrada que la mayor parte de la masa de un objeto reside en sus núcleos atómicos, hechos de protones y neutrones, cuya masa procede casi en su totalidad de las interacciones fuertes que bullen en su interior. Aquí hay que aclarar que los protones y neutrones no son realmente elementales, sino que están compuestos de otras partículas llamadas [quarks](#). El interior de un protón o neutrón es un mundo diminuto, muy complejo y lleno de energía, que es la principal responsable de su masa. En contraste, los electrones de la corteza atómica parecen ser partículas realmente elementales, sin estructura interna. Ciertamente, su masa es pequeña en comparación con la del núcleo atómico, pero ¿de dónde proviene esa masa? Hasta donde sabemos, el grupo de partículas de materia verdaderamente elementales es muy reducido: 12 partículas, entre las que se encuentran los electrones, los [neutrinos](#) y los quarks. Entender el origen de su masa es un problema absolutamente fundamental.

viajarían a la velocidad de la luz (como los fotones) y no podrían ser capturados por los núcleos atómicos. Así que no habría átomos, ni moléculas, ni por supuesto vida. Pero desde un punto de vista conceptual, la masa de los electrones (y del resto de las partículas elementales) es una cuestión aún más trascendental. Para entenderlo, pensemos en lo siguiente. Todo lo que sabemos acerca de las partículas elementales está contenido en una teoría soberbia, llamada el Modelo Estándar. Hasta ahora no se ha encontrado ninguna observación que contradiga esta teoría, y hay miles (incluso millones) que la refrendan todos los días. Para su propia consistencia interna, el Modelo Estándar requiere ciertas simetrías, es decir, regularidades de sus ecuaciones. A primera vista, la masa de las partículas rompe de forma desastrosa esas simetrías, con lo que la teoría se volvería inconsistente e inservible. Para poderla rescatar hubo que imaginar un mecanismo capaz de dar masa a las partículas sin romper la simetría. Este es el mecanismo de Higgs, formulado inicialmente por [Robert Brout y François Englert](#), y unas semanas después por [Peter Higgs](#), en 1964.

Sin entrar en tecnicismos, este mecanismo postula la existencia de un campo, H, llamado campo de Higgs, que llena todo el universo de manera homogénea (quizá a usted le recuerde al éter, y con razón). Si no existiera el campo H las partículas no tendrían masa, como parecen exigir las simetrías del Modelo Estándar, pero resulta que las partículas interactúan con este campo omnipresente, y esa interacción, parecida a la fricción de una bola moviéndose en el seno de un líquido, produce exactamente el mismo efecto que si la partícula tuviera masa “por sí misma”. Si la teoría es correcta, sería posible excitar ese campo H (el equivalente a agitar un líquido en reposo). Y esas excitaciones elementales son los bosones de Higgs (estos sí, predichos en primer lugar por Peter Higgs).

Para verificar esta predicción es necesario “agitar el vacío”, lo cual se consiguió hace 10 años haciendo chocar protones a energías fabulosas en el interior del [LHC](#), el acelerador y colisionador de partículas en forma de anillo situado en el CERN. Ello conllevó la colaboración de miles de científicos de muchos países a lo largo dos décadas; una empresa verdaderamente mundial con el romántico objetivo de conocer mejor “la forma de pensar” de la naturaleza, sus entresijos más profundos. La existencia del bosón de Higgs es sin duda la predicción más crucial del Modelo Estándar, además de proporcionarnos una perspectiva novedosa de la naturaleza: el vacío no está vacío, contiene un misterioso campo gracias al cual podemos existir. Hay que decir que a lo largo de estos 10 años se han seguido investigando las propiedades del bosón de Higgs, que hoy conocemos muy bien. En particular, se ha constatado que el bosón interactúa con el resto de las partículas elementales con una fuerza proporcional a la masa de estas, tal como predice el mecanismo de Higgs. Este hallazgo tiene por sí mismo una importancia extraordinaria: por vez primera estamos viendo fuerzas fundamentales nuevas (más allá de las interacciones gravitatoria, electromagnética, fuerte y débil). El origen de estas nuevas fuerzas es totalmente desconocido. Sabemos formularlas, pero no su origen.

El bosón de Higgs nos ha enseñado muchas cosas, pero los misterios más profundos siguen sin ser comprendidos y son la fuente de inspiración de los físicos y físicas de partículas de todo el mundo. Algunos de estos misterios están directamente conectados con el bosón de Higgs. Por ejemplo, ¿por qué el electrón tiene la masa que tiene y otras partículas elementales (como el quark “top”) son mucho más pesadas? Sin duda, se debe que su

la última palabra para entender el universo. Quizá el más importante sea la existencia de la [materia oscura](#), una sustancia misteriosa que envuelve a las galaxias y se extiende más allá de ellas. Esta materia es seis veces más abundante que la materia ordinaria; o sea, la que está (magníficamente) descrita por el Modelo Estándar. Para entenderla debemos ir más allá del Modelo Estándar. Tampoco entendemos el origen de la asimetría materia-antimateria en el universo ni la forma de hacer la gravedad consistente con la mecánica cuántica. Estas cuestiones pendientes son investigadas a diario por investigadores/as teóricos y experimentales en todo el mundo. Quizá en los próximos años el LHC en el CERN (o tal vez otro experimento) nos dé una sorpresa agradable y nos revele esa nueva física. Esa noticia será aún más importante que el descubrimiento que hoy conmemoramos, y que de momento podemos calificar como el descubrimiento del siglo.

Me gustaría terminar con un recuerdo para [Teresa Rodrigo](#), una gran física experimental fallecida recientemente y presidenta del comité científico de CMS: uno de los dos experimentos del LHC que realizaron este descubrimiento trascendental.

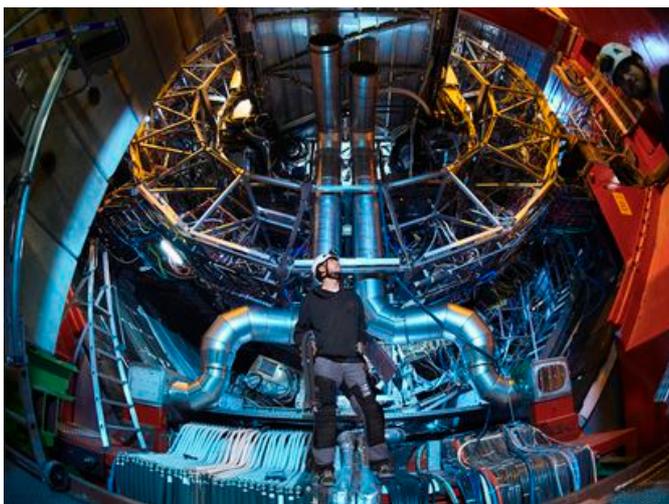
Alberto Casas es investigador del Instituto de Física Teórica (UAM-CSIC).

*Puedes seguir a **MATERIA** en [Facebook](#), [Twitter](#) e [Instagram](#), o apuntarte aquí para recibir [nuestra newsletter semanal](#).*

Comentarios - 10 ●

Normas

Más información



Europa impulsa una “fábrica” para crear millones de bosones de Higgs

NUÑO DOMÍNGUEZ

¿Qué fue del bosón de Higgs?

DANIEL MEDIAVILLA