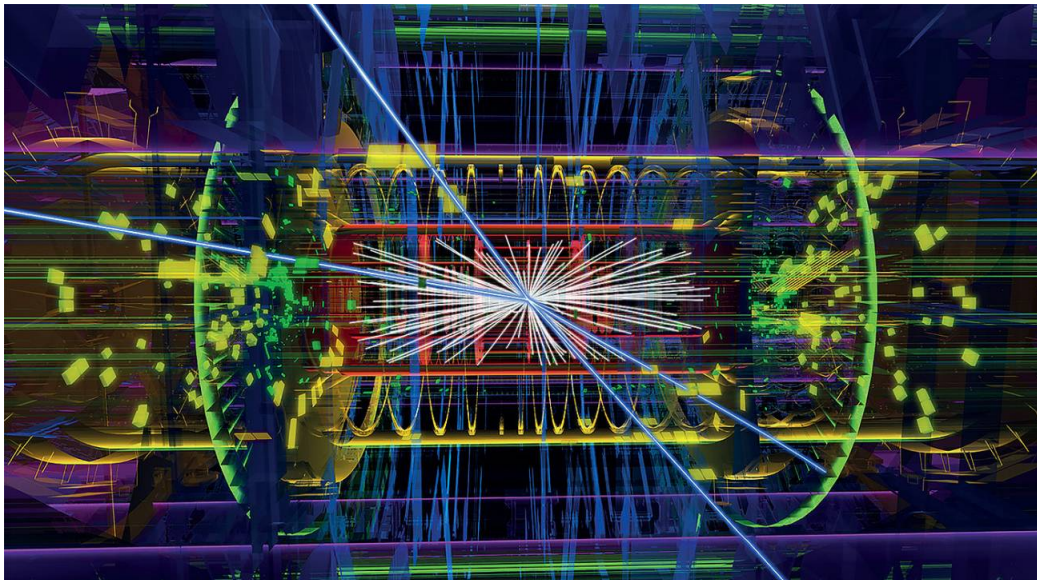


## Feliz cumpleaños, bosón de Higgs

El 4 de julio de 2012 se anunció uno de los mayores avances de la física en las últimas décadas: el descubrimiento del bosón de Higgs en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN). Dos científicos españoles que trabajan en este centro repasan lo que supuso aquel hito, predicho cinco décadas antes, y nos recuerdan que el campo de Higgs llena todo nuestro universo y da masa a las partículas que nos conforman.

Enrique Sacristán

4/7/2022 08:53 CEST



Un candidato a bosón de Higgs registrado en el detector ATLAS. Cuatro rastros de muones (en azul) emergen del punto de interacción. / ATLAS-PHO-EVENTS-2014-015-1/CERN

Hace diez años, el 4 de julio de 2012, un abarrotado auditorio del **CERN** –en la frontera franco-suiza– fue testigo de cómo sus colaboraciones científicas **ATLAS** y **CMS** presentaban pruebas convincentes del [descubrimiento del bosón de Higgs](#). “Hemos alcanzado un hito en nuestra comprensión de la naturaleza”, [destacó](#) el por entonces el director general del CERN, **Rolf Heuer**.

La noticia [dio la vuelta al mundo](#) y no era para menos: se confirmaba la existencia de un mecanismo predicho por los físicos teóricos en la década de 1960 y que ayuda a explicar mejor el universo que nos rodea.

Para celebrar este décimo aniversario del higgs y divulgar su importancia, se han organizado multitud de actividades en diversos países. Una de ellas ha sido la conferencia que han impartido este mes en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (**MUNCYT**) los científicos **María Cepeda Hermida** y **Jesús Puerta Pelayo**, dos físicos del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (**CIEMAT**) que trabajan en el experimento CMS.

“¿Cuáles son los ladrillos fundamentales que forman la materia, nuestro mundo”, se han preguntado, una cuestión planteada desde la antigüedad que hoy ayuda a resolver la **física de partículas**. Esta nace en el siglo XX con las revolucionarias aportaciones de la **relatividad** (energía y masa son dos aspectos del mismo fenómeno, como indica la famosa ecuación  $E=mc^2$ ) y la **mecánica cuántica** (que habla de probabilidad, incertidumbre, de ser onda y partícula a la vez).

## El modelo estándar y las partículas elementales

En ese contexto se propuso el **modelo estándar**, una de las teorías más precisas jamás construidas, resultado de la teoría y la experimentación trabajando mano a mano durante más de un siglo y con una base matemática muy potente. “Es nuestra explicación actual de las **partículas elementales** del universo y sus relaciones: que comienza a finales del siglo

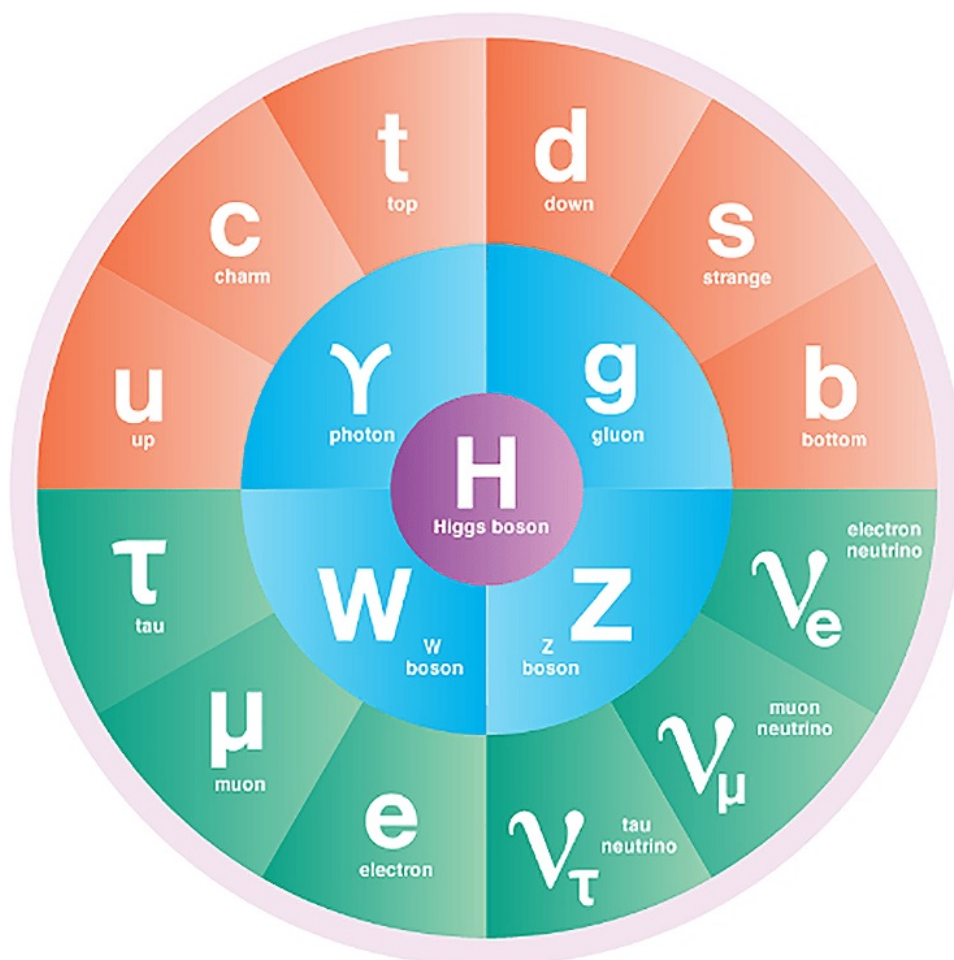
XIX con el descubrimiento del electrón, sigue con el del resto de partículas (fotón, muon, quarks de diversos tipos...) y de momento acaba con el hallazgo del higgs en 2012", explica Cepeda.

---

“ *Si no hubiéramos encontrado esta pieza central, el bosón de Higgs, habría que desmontar todo el modelo y volver a empezar* ”

María Cepeda Hermida (CIEMAT/CMS)

“Además –añade–, estos ‘ladrillos’ que forman el cosmos se relacionan con las **cuatro fuerzas** de la naturaleza: gravedad, electromagnetismo (la luz), la fuerza nuclear fuerte (mantiene unidos a neutrones y protones en el núcleo sin que estos últimos se repelan) y la débil (responsable de la desintegración radiactiva de las partículas). Pero en el centro de todo está el **bosón de Higgs**, una partícula especial sin carga ni espín. Si no hubiéramos encontrado esta pieza central habría que desmontar todo el modelo y volver a empezar”.



● QUARKS ● LEPTONS ● BOSONS ● HIGGS BOSON

El modelo estándar incluye las partículas de materia (quarks y leptones), las partículas portadoras de fuerza (bosones) y el bosón de Higgs. / Symmetry magazine (publicación conjunta de los laboratorios Fermilab y SLAC. Composición de Sandbox Studio, Chicago)

La existencia de este bosón la plantearon en **1964** los científicos belgas **Robert Brout** y **François Englert** y el británico **Peter Higgs** en diversos artículos, donde también se trataba de simetrías rotas, aquellas que se mantienen en las ecuaciones teóricas pero que se pueden romper en sistemas físicos reales.

Para solucionar algunos dilemas sobre la masa de los portadores de la fuerza débil –los bosones W y Z–, se encontró el denominado [mecanismo de Brout-Englert-Higgs](#) (o simplemente de Higgs) con dos componentes principales: un campo cuántico completamente nuevo que les daba masa a estas y otras partículas: el **campo de Higgs**, y una **ruptura espontánea de la simetría**.

## MÁS INFORMACIÓN

---

El bosón de Higgs mostró que la tipografía de la ciencia sí importa: así afecta a la percepción de lo que leemos

---

Hallado un candidato perfecto para ser el bosón de Higgs

---

“Estamos a punto de explorar ese 95% del universo que aún no conocemos”

---

Así consiguió el insondable bosón de Higgs reventar los medios de comunicación

---

Miden por primera vez la masa de uno de los constituyentes básicos de la materia con la ayuda del bosón de Higgs

---

El CERN presenta la imagen más nítida del bosón de Higgs

---

## La interacción con el campo de Higgs da masa a las partículas

Cuando el universo nació, estaba lleno del campo de Higgs en un estado inestable, pero simétrico. Una fracción de segundo después del Big Bang, ese campo encontró una configuración estable, pero rompió la simetría inicial. “En ese instante se separan la fuerza electromagnética (la luz) y la fuerza nuclear débil (la radiactividad) por el mecanismo de Higgs, que viene a ser la interacción con el campo de Higgs que da masa a las partículas”, aclara Cepeda.

La física recuerda que las partículas no tienen masa propia, la obtienen al interactuar con ese campo. Cuanto más fuerte sea la interacción, más pesada acabará siendo la partícula, como lo son los quarks, por ejemplo. Sin embargo, los electrones apenas interactúan, y los fotones no lo hacen en absoluto, por tanto, no tienen masa.

El bosón de Higgs en realidad es una **onda u oscilación en este campo**, algo difícil de imaginar. “En algún momento hay que olvidar la idea de que se pueden visualizar todas estas cosas, basadas en probabilidad, dualidad de entes, interacciones que no son choques, etc.”, apunta Puerta, aunque a veces se simplifique en ilustraciones y vídeos.

En 2013 Peter Higgs y Francois Englert (Brout había fallecido en 2011) recibieron el [premio Nobel de Física](#) “por el descubrimiento teórico del mecanismo que contribuye a nuestro entendimiento del origen de la masa de partículas subatómicas, y confirmado con el descubrimiento de la predicha partícula fundamental por medio de los experimentos ATLAS y CMS en el **Gran Colisionador de Hadrones (LHC)** del CERN”.

Puerta recuerda que el [CERN](#), llamado así por sus siglas en francés (Conseil Européen pour le Recherche Nucléaire) es el único lugar del mundo donde se puede estudiar y medir el higgs. Este centro se fundó en 1954, actualmente es el ‘hogar’ de casi la mitad de todos los físicos y físicas de partículas, está dirigido por una de ellas (**Fabiola Gianotti**) y España contribuye a un 8 % de su presupuesto, además de con una activa comunidad investigadora.

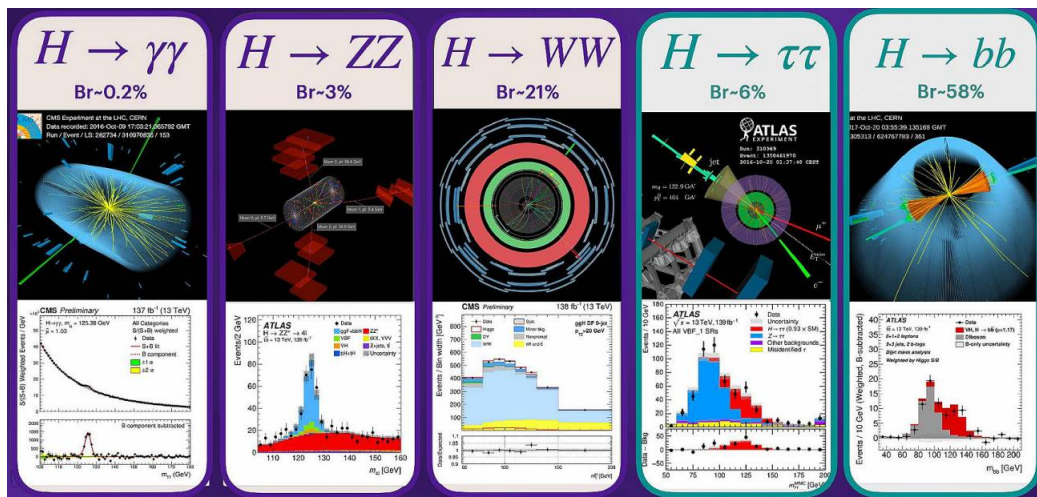
Respecto al **LHC**, es el mayor acelerador de partículas que existe, un anillo de **27 kilómetros** de circunferencia situado a 100 metros bajo tierra cerca de Ginebra. Está diseñado para alcanzar una energía máxima de **14 teraelectronvoltios (TeV)**, lo que supone operar a velocidades próximas a la de la luz. En su interior colisionan haces de protones cada 25 nanosegundos en cuatro puntos donde se ubican otros tantos detectores y experimentos: **CMS, ATLAS, LHCb y ALICE**.

## El higgs 'visto' por sus desintegraciones

“Lo que vemos realmente en estos detectores son los productos que surgen de la **desintegración del bosón de Higgs**, no al propio bosón, una onda o partícula altamente inestable”, explica Puerta. Este bosón no se descubrió porque se encontrará en algún sitio: hubo que crearlo mediante las colisiones, para ‘ver’ luego como se desintegraba.

“El anuncio del 4 de julio no significó que hubiéramos sacado su ‘foto’ y dijéramos: ¡mira lo hemos encontrado!”, añade Cepeda, “viendo solo una no podemos saber lo que ha pasado, porque hay muchos sucesos diferentes que se desintegran igual, dejando un mismo rastro. Además, solo controlamos la energía a la que chocan los protones, pero cuando lo hacen, desconocemos lo que va a salir, es **probabilístico**. Sabemos que algunas partículas se van a producir muchas veces, como los hadrones b; otras no tanto, como los bosones W y Z, y muy muy pocas veces, el bosón de higgs: es como encontrar una **aguja en un pajar**”

De hecho, solo aparece en una de cada mil millones de colisiones del LHC y para confirmar que es él se requiere un cuidadoso **análisis estadístico**, usando enormes cantidades de datos y seleccionando solo las colisiones que interesan. Luego, mediante **programación**, se calculan parámetros clave de las partículas resultantes –como su masa– y se elaboran las gráficas finales con todas los fotos o sucesos del evento objetivo (por ejemplo una desintegración del higgs en dos bosones Z y estos a su vez, en cuatro muones), una labor que puede durar varios años.



Bosón de Higgs (H) desintegrándose en distintos modos: dos fotones, dos bosones Z, dos bosones W, dos taus y dos quarks botón. El Br es el branching ratio, el porcentaje de probabilidad en el que el H se desintegrará en dicho canal. / CMS y ATLAS (CERN)

En la década transcurrida desde su descubrimiento, en el CERN se han medido diversas desintegraciones del higgs y la fuerza con la que interactúa con otras partículas. Por ejemplo, la interacción con los leptones tau se descubrió en 2016, y con los quarks top y bottom en 2018.

A finales de ese año, el LHC se paró para realizar labores de mantenimiento y actualizarlo. En [abril de 2022 arrancó de nuevo](#) para preparar su tercer periodo de toma de datos o **Run 3**, que oficialmente comenzará este 5 de julio, justo un día después de las [celebraciones del décimo aniversario](#).

## En busca de nueva física

“Durante el run 3 se aumentará la cantidad de datos a más del doble con respecto a lo que teníamos hasta la fecha, y gracias a esto conseguiremos mejorar la estadística de nuestros resultados, en particular en medidas de precisión del modelo estándar e ir más allá de la física que conocemos”, destaca Puerta.

“El descubrimiento de higgs fue el pistoletazo de salida para estudiar sus propiedades y ver lo que nos enseña sobre el modelo que conocemos, que es muy bueno y preciso, pero no lo explica todo”, añade Cepeda, **“quedan muchos interrogantes**: ¿realmente el bosón de Higgs es una partícula elemental?, ¿cómo se lleva con las otras?, ¿de verdad sigue todas las normas del modelo estándar, o se puede desintegrar de forma ‘ilegal’?. Entender bien el higgs es algo increíblemente importante para comprender no solamente la partícula en sí, sino sus implicaciones en el universo, entender cómo funciona todo”.

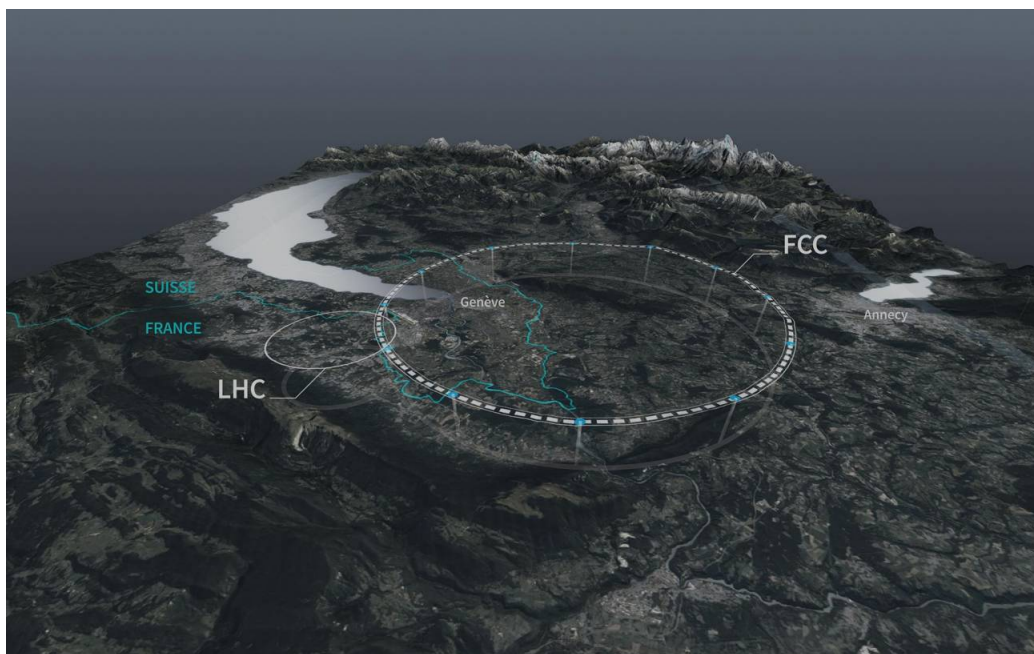
---

“ Durante este tercer periodo de toma de datos (Run 3) se aumentará su cantidad a más del doble, mejorando así la estadística de nuestros resultados, en particular en medidas de precisión del modelo estándar y búsquedas de nueva física ”



Jesús Puerta Pelayo (CIEMAT/CMS)

Algunas respuestas podrían venir con el run 3 del LHC, que por primera vez operará a una energía récord de 13,6 TeV próxima a su máximo de 14 TeV, pero los físicos y físicas de partículas ya miran más allá, a una máquina todavía más potente que está previsto construir al lado: el **Futuro Colisionador Circular (FCC)**, un anillo de 100 km que producirá colisiones hasta a 100 TeV y que podría comenzar a operar a finales de la década de 2050. El tiempo dirá si se encuentra la ansiada nueva física mucho antes.



Junto al actual Gran Colisionador de Hadrones (LHC), un anillo de 27 km, está previsto construir un acelerador de partículas mucho mayor: el Futuro Colisionador Circular (FCC), de 100 km. / CERN

Fuente: [SINC](#)

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

BOSÓN DE HIGGS | FÍSICA DE PARTÍCULAS |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)