

Los físicos se acercan a la partícula de Higgs

- ▶ Los científicos ven indicios de la existencia del elemento clave para explicar el origen de la masa, pero aún no son definitivos
- ▶ El acelerador LHC necesitará meses para confirmar el hallazgo

ALICIA RIVERA

La expectación no podía ser mayor sobre un posible hallazgo científico de esos que no van a curar una enfermedad mañana mismo ni van a solucionar el problema energético, pero que suponen conocimiento profundo sobre cómo es la naturaleza, cómo funciona el cosmos. El anuncio de los últimos datos del gran acelerador LHC sobre la búsqueda del Higgs, la partícula clave que falta por descubrir para explicar el origen de la masa, en el gran acelerador LHC, se había teñido del color de gran acontecimiento científico. Pero es un poco pronto para cantar victoria, advirtieron los científicos ayer. "Les recuerdo que estos son resultados preliminares", advirtió Rolf Heuer, director del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), junto a Ginebra, a un auditorio lleno hasta la bandera para escuchar, de primera mano, los datos de los dos grandes detectores, Atlas y CMS.

Los científicos han acotado un rango de masa que puede tener la famosa partícula de Higgs (afinando hasta unos 125 gigaelectronvoltios, GeV), pero el margen de error estadístico de sus resultados, aunque muy pequeño en la vida cotidiana, es incómodamente alto todavía en esta ciencia ultraprecisa. "Se han observado indicios incitantes en ambos experimentos, aunque no son suficientemente fuertes aún para afirmar que es un hallazgo", señaló el propio CERN.

Hubo aplausos al finalizar las presentaciones, sin ambiente de hallazgo definitivo, pero con mucho interés y emoción, porque si

España en el LHC

▶ España, que es miembro del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) desde 1983, aporta un 8,9% del presupuesto de dicho organismo (unos 1.000 millones de francos suizos este año).

▶ La contribución de cada uno de los 20 países miembros del CERN se determina en proporción a su PIB. España es el quinto país, tras Alemania, Reino Unido, Francia e Italia. Además de la aportación al presupuesto del laboratorio, varias universidades e instituciones españolas hacen diferentes aportaciones específicas a los experimentos del gran acelerador LHC.

▶ En la plantilla del CERN hay unos 100 investigadores españoles, según datos del Centro Nacional de Física de Partículas, a los que se suma otro centenar de investigadores asociados y estudiantes, así como 342 usuarios externos que colaboran directamente en los experimentos. En total, suman unos 550.

▶ El Instituto de Física Corpuscular (IFIC), en Valencia, el Instituto de Microelectrónica de Barcelona, el Instituto de Física de Altas Energías (Barcelona), la Universidad Autónoma de Madrid, el Ciemat, el Instituto de Física de Cantabria, la Universidad de Cantabria, la de Oviedo, la de Santiago de Compostela, la de Barcelona y la Universidad Ramón Llull, así como el Instituto Gallego de Física de Altas Energías, son instituciones científicas que han participado en el desarrollo y construcción de los experimentos del LHC.

▶ Unas 35 empresas españolas, tanto de ingeniería civil, de ingeniería mecánica, de tecnologías de vacío y de baja temperatura y de servicios han participado en la construcción del LHC.

aún no se puede decir que el Higgs esté firmemente agarrado, los científicos creen que lo están rozando con la punta de los dedos. "Es interesante, desde luego, pero no concluyente", comentó Belén Gavela, catedrática de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) en la conferencia inaugural del Instituto de Física Teórica (CSIC-UAM) que ayer retransmitió en directo la presentación de resultados des-

de del CERN. Otro de los asistentes a la reunión de Madrid, el premio Nobel de Física David Gross, se mostró mucho más entusiasmado con el anuncio, que considera "más o menos descubrimiento", según comentó a EL PAÍS.

La opinión general es que muy mala suerte habría que tener para que los datos de ayer no se confirmasen en los próximos meses, pero dentro del propio CERN corre una cierta preocupación por

lo apresurado de la presentación, ya que se podría haber esperado un poco para tener más datos, más seguridad, y evitar cualquier riesgo de error en el anuncio del descubrimiento, por minúsculo que sea. Lo cierto es que los rumores disparados en las últimas semanas forzaron la situación creando altas expectativas y ayer fueron los propios científicos los que pusieron las cosas en su sitio.

Lo que los físicos del LHC hacen es analizar los efectos de billones de colisiones de partículas que se producen en el acelerador. El Higgs, cuya existencia está predicha teóricamente, no se ve directamente en esas colisio-

"Es, más o menos, un descubrimiento", considera el Nobel David Gross

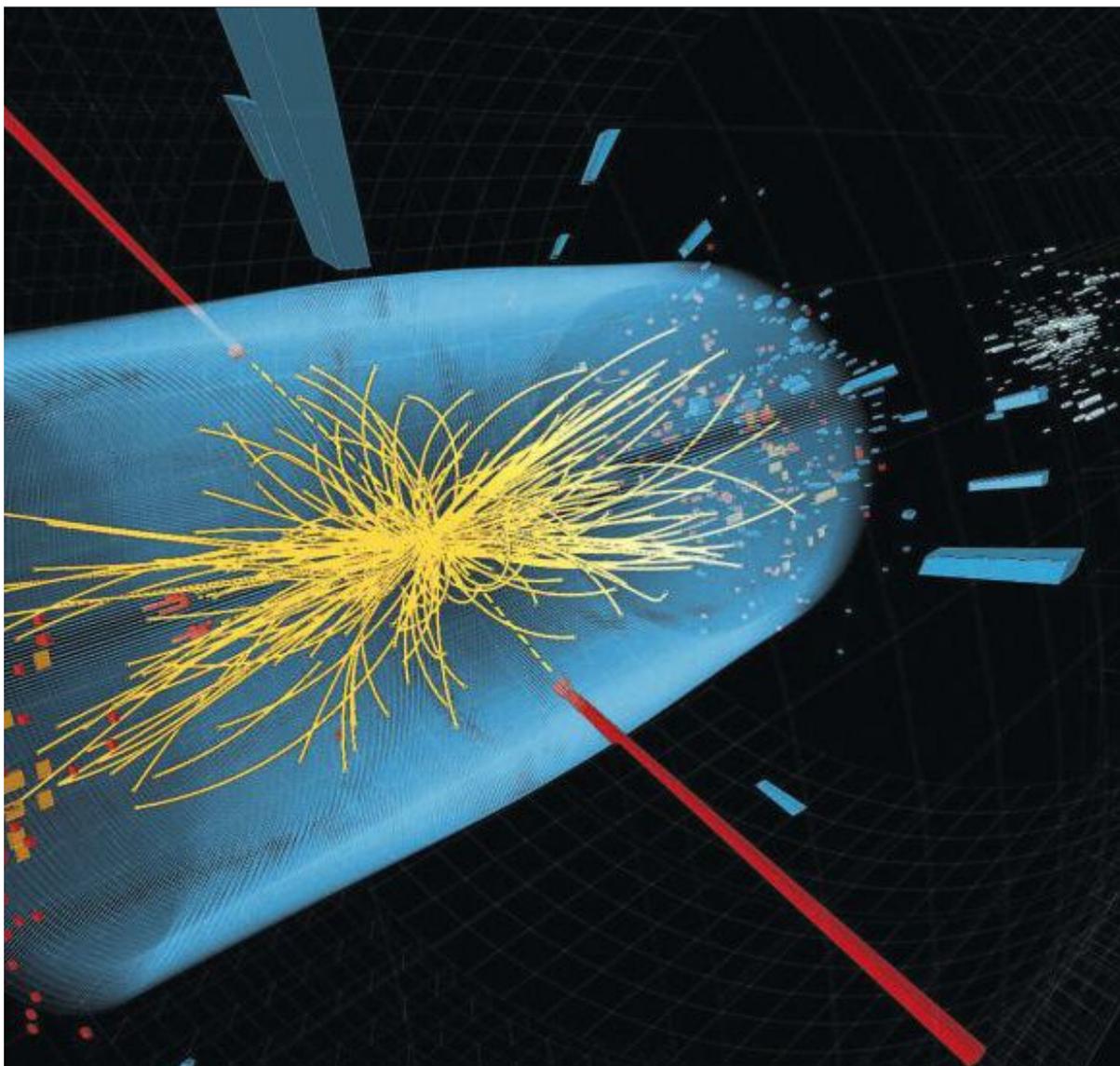
"Han visto la sombra del oso pero aún no lo han cazado", dice Álvaro de Rújula

nes porque, de producirse, se desintegra inmediatamente en otras partículas más ligeras. Los científicos buscan en esos procesos de desintegración captados por los detectores la firma del Higgs. Pero como solo se da muy de vez en cuando, tiene que analizar ingentes cantidades de colisiones. Los análisis permiten estimar la masa de la partícula.

"Hemos restringido la región de masa más probable del Higgs

a entre 116 y 130 GeV", explicó ayer Fabiola Gianotti, portavoz de Atlas. Es más, en las últimas semanas, dijo, se han observado indicios más concretos en torno a 125 GeV. "Puede ser algo o pueden ser fluctuaciones, no podemos concluir nada aún". Con idéntica prudencia se explicó el portavoz de CMS, Guido Tonelli: "No podemos excluir la presencia del Higgs entre 115 y 127 GeV", dijo, apuntando hacia 124 GeV. Pe-





La firma de la partícula de Higgs en una simulación por ordenador del detector CMS, en las colisiones del acelerador LHC. / CERN/CMS

profundo en la comprensión de cómo está hecho y cómo funciona el universo en su nivel básico. Es un gran paso en aquella búsqueda científica que ha ido desvelando que las cosas están hechas de átomos, que los átomos están hechos de electrones y núcleos, y que los núcleos están hechos de partículas, a su vez formadas por otras más elementales.

Pero con el Higgs ni termina la investigación ni los físicos han comprendido todo. “El descubrimiento del bosón de Higgs significaría completar el esqueleto esencial del modelo estándar de física de partículas”, comenta Enrique Álvarez, catedrático de la UAM. “En cierto sentido implica el cierre de una etapa y el comienzo de otra ya, que sabemos que el modelo estándar no es incompleto al menos por dos razones: las masas de los neutrinos y la existencia de materia oscura”. También para Gross es a la vez un final y un principio. “Es el inicio del fin de la búsqueda del Higgs y el inicio de su estudio profundo, porque ahora hay que investigar en detalle sus características”.

Ahora los expertos tienen los datos al día de los dos grandes experimentos (Atlas y CMS) y constatan que, seguramente, se están acercando mucho al trofeo. Tardarán todavía en confirmarlo y, si tienen que poner fecha para un resultado definitivo, apuntan a mediados o finales de 2012.

“Las indicaciones de la existencia del bosón de Higgs sugieren dos cosas”, comenta De Rújula. “La primera es que hay una institución europea —el CERN— que, muy a pesar de la *pérfida Albión*, funciona estupendamente desde hace décadas. La segunda es que los españoles contribuimos al CERN, en proporción a nuestro PIB, algo menos de un euro y medio por cabeza por año. Dos buenas lecciones para políticos de toda nacionalidad y despilfarradora indole”. En cuanto a los nuevos datos presentados ayer por Atlas y CMS, dice que “han visto la sombra del oso, pero no puede decirse que lo hayan ya cazado”.

ro la probabilidad de error es aún alta para los físicos de partículas.

“En las ciencias duras, las cuestiones estadísticas se toman muy en serio”, explica el físico Alvaro de Rújula. “Se dice que hay indicaciones (evidencias en inglés, que no es lo que suena en castellano) cuando estadísticamente la probabilidad de colarse es del 0,7% (3 sigmas en la jerga habitual). Descubrimiento se reserva para una probabilidad de 57 millonésimas

(5 sigmas)”. Los datos presentados ayer rondan los 2,5 a 3 sigmas. Para Gross, “en todo descubrimiento los primeros indicios suelen ser inciertos” y expresa su confianza: “Es muy probable que el Higgs esté ahí, estos tíos [los miles de científicos de Atlas y de CMS] son muy sólidos”.

Esto de encontrar las cosas por probabilidad puede parecer raro. Si uno captura un nuevo pájaro y lo puede meter en una jau-

la para estudiarlo, está claro que lo ha descubierto. Pero si lo que busca es un tipo de ave poco corriente que solo pasa volando muy de vez en cuando, en medio de miles de diferentes pájaros todos cruzando el cielo rapidísimo, y el científico solo puede ver alguno durante un instante en vuelo, tendrá que hacer muchísimas fotos de las aves. En algunas pocas puede aparecer uno de la rara especie que busca, si es que existe.

Así, para afirmar que lo ha descubierto, tendrá que observar numerosos *sospechosos* de la nueva especie y recurrir a la estadística antes de cantar victoria. Los físicos han visto ya algunos posibles pájaros de la nueva especie, la partícula de Higgs, pero no suficientes aún para estar seguros.

El descubrimiento sería muy importante porque la partícula de Higgs demostraría que los físicos han avanzado un nivel más



El misterioso bosón

ANÁLISIS

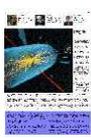
Luis Ibáñez

Todos tenemos una idea intuitiva del concepto de la masa de las cosas. Por ejemplo, un elefante tiene mucha más masa que una hormiga. Pero, ¿cuál es el origen de la masa de las cosas? Una primera respuesta es simplemente que la masa de un objeto es la suma de las masas de los átomos de los que está compuesto. Un elefante es mucho más masivo que una hormiga porque contiene muchos más átomos. Pero, ¿de dónde viene la masa de

los átomos? Al final la auténtica pregunta es cuál es el origen de la masa de las partículas elementales como los protones y los neutrones, constituyentes de los átomos. Buena parte de esa masa se debe a la interacción nuclear de dichas partículas. Pero otra parte y, en general, la masa del electrón y de todo el resto de partículas elementales se debe a la misteriosa partícula de Higgs. O al menos eso dice la teoría. ¿Qué es la partícula de Higgs? Para entrever su significado hay que recordar otra noción, también relativamente familiar, la de campo de fuerzas. Nos suena cuando alguien nos habla

del campo magnético creado por un imán a su alrededor. O del campo gravitatorio terrestre, que nos atrae hacia el centro de la Tierra. La teoría nos dice que aparte de estos y otros campos de fuerzas existentes en la naturaleza, existe uno muy peculiar, el campo de Higgs. Todo el espacio está relleno de este campo con un valor constante en el espacio. ¿Cuál es el efecto físico de este campo? Las partículas elementales, de las cuales están hechas todas las cosas, cuando se mueven en el espacio se ven frenadas al interactuar con este viscoso fondo formado por el campo de Higgs. Este frenado, esa

inercia que sufren las partículas es su masa. A primera vista parece algo hipotético y difícil de comprobar experimentalmente. Sin embargo, este campo de Higgs, como todo objeto físico, está sujeto a las leyes del mundo microscópico, las leyes de la mecánica cuántica. Y la mecánica cuántica nos dice que si existe un campo, debe de existir asociado a una partícula elemental. En el caso del campo electromagnético las partículas asociadas son bien conocidas, son los fotones, que son los constituyentes de la luz y de la radiación electromagnética en general. A la partícula asociada al campo de Higgs



se le llama Bosón de Higgs, en honor de Peter Higgs, un físico británico que, junto con otros colegas, propuso la existencia de esta partícula en 1964. A pesar de su importancia, el Bosón de Higgs es una partícula extremadamente efímera. Una vez producida se desintegra en una billonésima de picosegundo (un picosegundo es una billonésima de segundo). Bosones de Higgs debieron de existir en abundancia, en el origen del universo, en el momento del Big-Bang, hace unos 10.000 millones de años, pero desaparecieron en su integridad (aunque no su efecto generador de la masa). Desde entonces pueden haber sido producidos esporádicamente en cataclismos estelares y posiblemente también en el CERN, en Ginebra. La razón de la dificultad de su produc-

El LHC puede reproducir algunas de las condiciones del Big Bang diez mil millones de años después

ción es su alta masa que sabíamos hasta ahora debía de ser al menos mayor que 115 veces la masa de un protón. El acelerador LHC (Large Hadron Collider) del CERN (Centro Europeo de Física de Partículas) es capaz de reproducir en el laboratorio algunas de las condiciones del Big-Bang 10.000 millones de años después. En un túnel subterráneo de 27 kilómetros de circunferencia, se hacen circu-

lar a velocidades cercanas a la de la luz dos haces de protones en direcciones opuestas y se les hace chocar en dos zonas, donde están situados dos enormes detectores de partículas denominados ATLAS y CMS. Al chocar estos haces, el LHC es capaz de concentrar una energía equivalente a 7.000 veces la masa del protón en las zonas centrales de cada detector, más que suficiente para producir Bosones de Higgs y detectarlos. El trabajo de muchos centenares de físicos experimentales de partículas e ingenieros, entre los que se cuentan muchos físicos de universidades (Madrid, Barcelona, Valencia, Santander, Santiago, Oviedo) y centros de investigación españoles (CIEMAT, IFIC, IFAE, IFCA), han hecho posible este éxito singular. Todo parece indi-

car que dichos experimentos han encontrado los primeros indicios sólidos de la existencia del Bosón de Higgs. Para confirmarlo habrá que esperar hasta finales del año que viene, en el que se espera triplicar el número de colisiones en el LHC. Dicha confirmación significa ya un gran triunfo para la física. Pero también dejaría muchas preguntas por contestar, como por ejemplo por qué la masa del Bosón de Higgs es la que es. Todos esperamos que el LHC ayude a contestar muchas de las nuevas preguntas planteadas en los años próximos.

Luis E. Ibáñez. Catedrático del Departamento de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid y miembro del Instituto de Física Teórica UAM/CSIC