

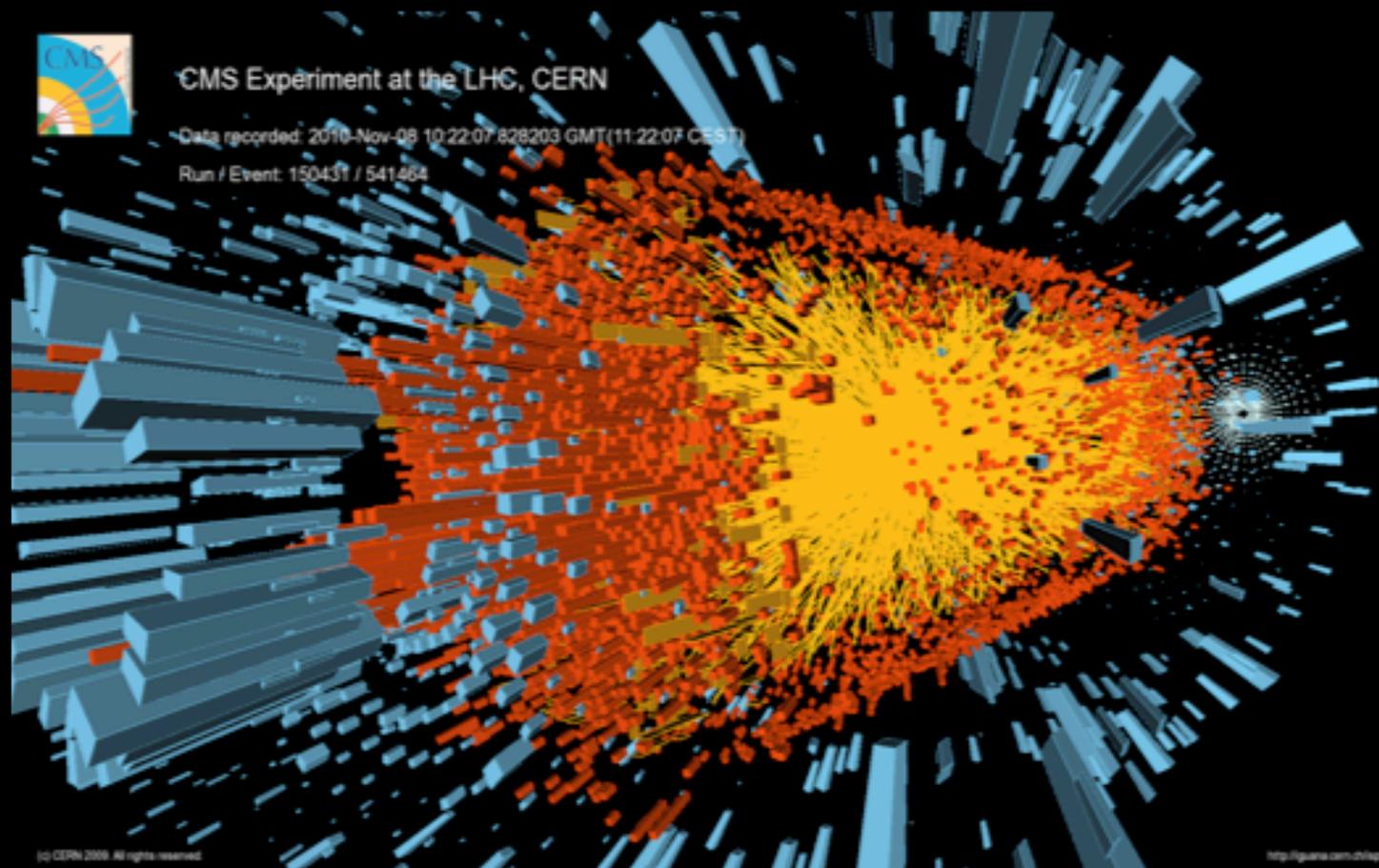
# EL BOSÓN DE HIGGS



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded: 2010-Nov-08 10:22:07 828203 GMT(11:22:07 CEST)

Run / Event: 150431 / 541464



© CERN 2010. All rights reserved

<http://lqum.cern.ch/fig>

# 24 PREGUNTAS

El Bosón de Higgs es uno de los objetos principales de estudio de la línea de investigación de [Física de Altas Energías](#) del [Instituto de Física de Cantabria](#): tanto desde el punto de vista experimental, desarrollar detectores y algoritmos para su detección y estudio, como desde el punto de vista teórico, elaborar e interpretar modelos que se puedan confrontar con las medidas experimentales.

Este documento se ha elaborado basándose en la “guía de preguntas y respuestas sobre el Higgs” del [Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear](#)

00001

**¿Es cierto que ya se ha descubierto?**

Según datos publicados a principios de 2012 por los experimentos CMS y ATLAS, del LHC, existen indicios aún no concluyentes. Se han detectado colisiones compatibles con la producción de un bosón de Higgs, pero también podrían ser el resultado de una desafortunada fluctuación de colisiones más convencionales. La previsión es que con los datos que se tomarán durante el año 2012 se podrá aclarar con toda certeza este aspecto.

00010

**¿Qué es el bosón de Higgs?**

El bosón de Higgs es un tipo de partícula elemental que explicaría cómo se origina la masa de todas las partículas del Universo.

00011

**¿Qué es un ‘bosón’?**

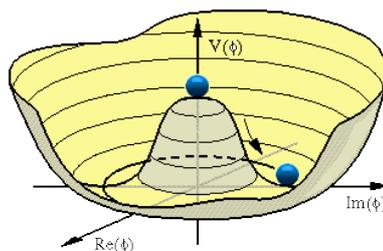
Las partículas se dividen en fermiones y bosones según una característica interna llamada spin, lo que a su vez lleva a propiedades muy diferenciadas entre ambos tipos. Las partículas que componen la materia son fermiones. Actualmente se entiende la fuerza ejercida entre dos partículas por el intercambio de otras partículas. Las partículas responsables de las interacciones son bosones. Son bosones el fotón (responsable de la interacción electromagnética), las partículas W y Z (de la interacción débil) y los gluones (de la interacción fuerte). Se ha propuesto la hipótesis no confirmada de la existencia de otro bosón, el gravitón, como responsable de la interacción gravitatoria. El Higgs también es un

masa.

00100

**¿Por qué es tan importante el bosón de Higgs?**

Porque es la única partícula predicha por el Modelo Estándar de Física de Partículas que aún no ha sido descubierta. El Modelo Estándar describe perfectamente todo lo que sabemos de las partículas elementales y cómo interaccionan entre ellas. Cientos de miles de observaciones de la naturaleza y experimentos de laboratorio lo corroboran con gran precisión. Sin embargo, para que este modelo sea matemáticamente correcto en un mundo como el nuestro donde hay masa, debe existir una partícula como el bosón de Higgs.



00101

**¿Por qué es importante la masa?**

Sin masa, el Universo sería un lugar totalmente diferente. A grandes escalas, sin atracción gravitatoria no existirían planetas y estrellas, por lo que no podrían soportar vida. Incluso si olvidáramos esto, a nivel microscópico la masa juega un papel importante en la existencia de átomos y por tanto en la materia como la conocemos: no habría química, ni biología ni existiríamos

que hay que hacer para poner un objeto en movimiento, lo complicado que puede ser frenarlo o lo intenso que es el impacto de este objeto cuando choca contra otro.

00110

**¿Por qué se llama bosón de Higgs?**

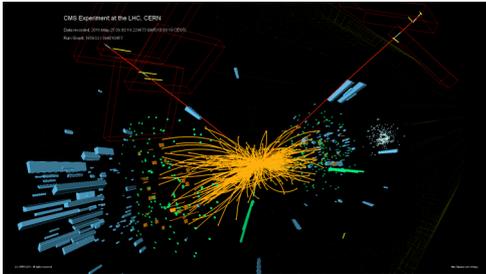
El físico británico Peter Higgs, junto con otros físicos como R. Brout y F. Englert, postularon hace unos 50 años un mecanismo matemático por el que las partículas adquirirían masa dentro del Modelo Estándar. Este mecanismo se basa en la existencia de un “campo de Higgs” que al interaccionar con las partículas genera su masa. Si este campo existe, además, requeriría la existencia de una nueva partícula fundamental, que se ha venido en llamar “bosón de Higgs”.

00111

**¿Cómo funciona el mecanismo de Higgs?**

Matemáticamente el campo de Higgs es un campo cuántico que se extiende por todo el espacio y se acopla con distinta intensidad a las distintas partículas (si lo hace con más intensidad la partícula tendrá una mayor masa). El acoplamiento, la masa, viene dado por algo parecido a una fricción con el campo de Higgs, por lo que las partículas más ligeras se moverían por este campo fácilmente mientras que las más pesadas lo harán con mayor dificultad. Una forma de visualizarlo

grandes sufren una mayor fricción, tendrán mayor masa. El mismo campo se puede manifestar como una partícula, el bosón de Higgs, que se mueva por él de manera parecida a la de un iceberg desplazándose por el mar.



01000

### ¿Existe sólo un tipo de bosón de Higgs?

Dentro del modelo Estándar básico, sólo hay un tipo de bosón de Higgs. Sin embargo se han propuesto distintas extensiones para responder a algunas de las preguntas que aún deja abiertas este modelo. La más favorable es la llamada extensión supersimétrica del modelo Estándar, conocida por sus siglas en inglés SUSY. En este modelo, se requieren al menos cinco tipos de bosones de Higgs, uno de ellos sería muy similar en propiedades al predicho por el modelo Estándar.

01001

### ¿Cómo producimos bosones de Higgs?

El bosón de Higgs no existe de forma natural en nuestro entorno, en las condiciones actuales del universo. Para producirlo, se necesitan aceleradores de partículas. En estas máquinas, se aprovecha la conversión de energía en masa (de acuerdo con la famosa ecuación de Einstein  $E=mc^2$ ). Aceleran partículas conocidas a grandes energías y luego se las hace colisionar. De esta forma se pueden crear partículas que no existen habitualmente.

acelera protones, núcleos de hidrógeno.

01010

### ¿Cómo se puede detectar el bosón de Higgs?

El bosón de Higgs no se puede detectar directamente, ya que una vez que se produce se desintegra casi instantáneamente dando lugar a otras partículas elementales más convencionales. Lo que se pueden ver son los rastros que esas otras partículas dejan en detectores especializados.

01011

### ¿Sólo se busca en el LHC?

El LHC es el único acelerador en funcionamiento en la actualidad en el que se está realizando la búsqueda. Sin embargo, el bosón de Higgs ha estado en el punto de mira de muchos aceleradores de partículas en los últimos años, los más recientes el Tevatron en el laboratorio Fermilab en Estados Unidos (que finalizó su plan de trabajo en 2011) y el LEP en el laboratorio europeo CERN (finalizado en el año 2000). El Modelo Estándar establece con precisión todas las propiedades que debería tener el bosón de Higgs, salvo que no predice su masa. Los experimentos anteriores han ido acotando el rango de masas posibles, pero no disponían de una energía suficiente para cubrir la búsqueda a todos los valores permitidos. El LHC fue diseñado precisamente para permitir la búsqueda en toda la escala, mediante el aumento

01100

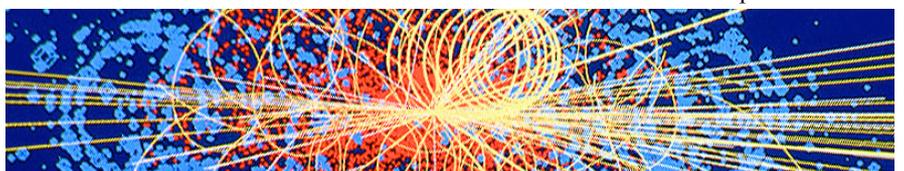
### ¿Qué es eso de la exclusión de un rango de masas?

En esta búsqueda, como en otras, se busca principalmente encontrar una señal que se corresponda con colisiones en las que se observen rastros de la partícula que queremos encontrar (el bosón de Higgs en este caso), que inequívocamente nos permitan confirmar su existencia. En el caso de que no se observe esta señal, es importante garantizar que el experimento hubiera detectado el bosón de Higgs (u otra partícula postulada) de existir con unas características determinadas. Así, cuando se tiene la certeza de que para una masa determinada no hay señal y el detector hubiera sido capaz de detectarla, se establece que la existencia del bosón de Higgs está excluida para esa masa. El LHC busca bien descubrir el bosón de Higgs, bien excluir su existencia para todo el rango posible de masa.

01101

### ¿Qué sabemos hasta el momento de la masa del bosón de Higgs?

Dentro del Modelo Estándar, búsquedas directas en los experimentos del LHC, el Tevatron y LEP han establecido límites estrictos a su masa. Si el bosón de Higgs existe con las propiedades predichas por el Modelo Estándar o bien tiene una masa próxima a los

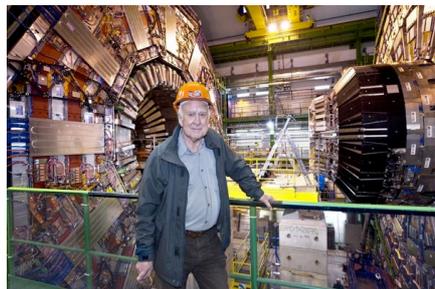


125 GeV (en la zona donde se ha observado la posible señal mencionada antes) o es mucho más pesado, por encima de los 600 GeV (1 GeV es aproximadamente la masa de un protón). Con la previsión de funcionamiento del LHC en 2012 se debería ser capaz de descubrirlo o excluirlo en todo el rango permitido.

Sin embargo, la búsqueda bajo la hipótesis de supersimetría es más compleja y aún habría que esperar varios años más para que pueda ser explorada en todas sus posibilidades.

Estimaciones indirectas basadas en el Modelo Estándar, favorecen la existencia de un bosón de higgs ligero, en cualquier caso de menos de 160 GeV.

Por otra parte, cálculos indirectos basados en modelos de supersimetría, indican que si esta teoría es cierta debe existir un bosón de Higgs con masa de como mucho 135 GeV (siendo más favorecidas por la teoría masas en torno a los 120-125 GeV).



01110

### ¿Qué pasa si se descubre el bosón de Higgs?

Confirmar la existencia del bosón de Higgs confirmará la validez del único aspecto del Modelo Estándar que aún no ha sido comprobado. Su descubrimiento supondría una mejor comprensión del Universo. Descubrir el bosón de Higgs sería el comienzo de una nueva fase en la Física de Partículas, de aplicaciones impredecibles, de igual modo que los avances en el conocimiento fundamental del átomo y su estructura han contribuido a muchos de los impresionantes avances tecnológicos del siglo XX.

01111

### ¿Qué pasa si NO se descubre el bosón de Higgs?

Si el LHC excluye la existencia del bosón de Higgs, el Modelo Estándar y muchas de sus extensiones han de ser replanteados. La evidencia de no descubrir el bosón de Higgs en los parámetros establecidos en el Modelo Estándar obligará a formular otra teoría para explicar cómo las partículas obtienen su masa que a la vez mantenga el grandísimo grado de precisión y predicción que presenta el modelo estándar en la actualidad.

10000

### ¿Si se descubre el Higgs podemos apagar el LHC?

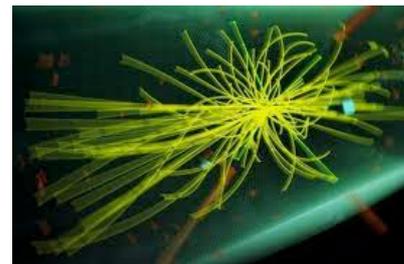
NO, el descubrimiento del Higgs sería sólo el primer paso para entender el mecanismo de Higgs. Existen muchos aspectos que deberán ser estudiados en el LHC y en futuros aceleradores, para establecer si las propiedades de esta partícula se corresponden en detalle o no con el modelo de Higgs. Incluso si se pudieran resolver completamente estos aspectos, se conocería satisfactoriamente el mecanismo de generación de masa, una de las principales cuestiones abiertas de la Física de Partículas, pero no la única. El LHC incluye también un amplio programa de física para intentar responder a otras muchas cuestiones:

- ¿Qué es la materia oscura? ¿existe?
- ¿Qué es la energía oscura? ¿existe?
- ¿Vivimos realmente en un mundo de 3 dimensiones espaciales o hay más?

- ¿Por qué existe tan gran asimetría entre materia y antimateria?

- ¿Por qué hay 4 fuerzas fundamentales? ¿Por qué son tan distintas?

- ¿Existe la supersimetría?



## EL INSTITUTO DE FÍSICA DE CANTABRIA

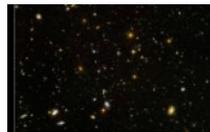
El [Instituto de Física de Cantabria](#) es un centro de investigación creado en 1995, cuya titularidad comparten el [Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#) y la [Universidad de Cantabria \(UC\)](#).

La finalidad del Instituto es realizar investigación en “ciencia básica” de los distintos aspectos de la Física, estudiando desde lo más grande (el Universo) hasta lo más pequeño (partículas elementales).

Se realiza investigación en varios campos de la Ciencia: Astrofísica, Física de Partículas, Física de Sistemas no Lineales, Meteorología, Computación y e-Ciencia.



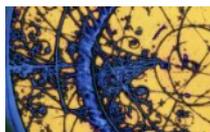
### [Galaxias y AGNs](#)



### [Cosmología Observacional e Instrumentación](#)



### [Física de Partículas](#)



### [Computación Avanzada y e-Ciencia](#)



### [Dinámica y fluctuaciones en sistemas no lineales](#)



### [Meteorología y Cambio Climático](#)

