

3.- *El bosón de Higgs. La Partícula de Dios*

3.1.- *Funcionamiento del Campo de Bosones*

3.2.- *Situación actual del Bosón de Higgs*

El amigo Einstein dejó una papeleta muy grande al colectivo científico cuando plasmó en el papel su famosa ecuación:

$$E = m \cdot c^2$$

En donde:

E = Energía

m = masa

c = velocidad de la luz = 299 792 458 m/s \approx 300.000 Km/s

$c^2 = 9 \cdot 10^{10}$ Km/s

Con el valor tan elevado del *cuadrado de la velocidad de la luz*, es lógico pensar que con *poca cantidad de masa* se pueda obtener *gran cantidad de energía*.

Por otra parte, cuando Einstein afirmaba que el fundamento de la bomba atómica era producir gran cantidad de energía con poca materia, o no sabía o lo dejó pasar, que las reacciones químicas que tienen lugar en una bomba atómica son **REACCIONES NUCLEARES** por lo que se producía esa cantidad tan enorme de energía mediante *reacciones nucleares en cadena*.

Volviendo a la ecuación:

$$E = m \cdot c^2$$

Podemos establecer dos consecuencias de la misma:

- a) *La masa se puede convertir en energía*. Esto lo saben los chavales de primaria. Si no tomamos alimentos no podemos desarrollar las actividades diarias.

b) La *energía se puede convertir en materia*.

Esta segunda consecuencia de la citada ecuación es mucho más difícil de asimilar por mucho que diga Einstein: *En el origen del Universo se había creado la suficiente cantidad de energía para constituir toda la masa de nuestro Universo*.

Ni la teoría del *Big – Bang* ni la teoría de la *Inflación* explican la transformación de la energía en masa.

Por muchas investigaciones que se hagan, se establezcan sobre el qué o el como se transforma la energía en masa, no podremos saber cuál es el origen del Universo. *Yo* (el que copia y pega), educado como científico en el *mundo macroscópica*, pasando durante cinco años cuatro horas diarias en diferentes laboratorios, pienso que hasta que no llegemos a la situación de enchufar una maquina a la energía eléctrica y aparezca en dicha maquina un trozo de jamón, *soy así de bruto, NO ADMITIRE QUE LA ENERGÍA SE PUEDA TRANSFORMAR EN MASA*. Por otra parte si esta transformación fuera posible mi maquina estaría ya trabajando, *así de simple*, tanto de simple como que la masa se transforma en energía. Bueno dejemos mis pensamientos porque yo soy un profano en la Mecánica Cuántica así en el *modelo estándar de partículas*.

Un grupo de científicos de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) pensaron que lo mejor que se podía hacer para llegar a conclusiones definitivas era recrear artificialmente el Big – Bang e intentar encontrar la partícula que era capaz de producir la transformación de la energía en masa. Se montó un revuelo muy grande en el mundo científico por si la recreación era tan drástica como el Big – Bang original. Se calmaron cuando los científicos del CERN los convenció que la recreación era a pequeña escala. *Yo* pienso que este miedo *era una estrategia* para que no se investigara más y admitir el Big – Bang como *origen* del Universo.

La línea de investigación consistía en hacer *chocar partículas subatómicas* (protones) a gran velocidad con lo cual se liberaría *mucha energía* e intentar *localizar la partícula* que pudiera realizar la

transformación de energía en masa. Necesitaban un acelerador de partículas y lo consiguieron, el *Gran Colisionador de Hadrones (LHC)* [1] (un hadrón es una partícula subatómica formada por quarks que permanecen unidos debido a la interacción nuclear fuerte, que forman los protones y neutrones), que funciona en las dependencias del CERN en Ginebra, con la intervención de 3.000 científicos de 38 países y más de 9 mil millones de dólares en inversión. En este, el mayor acelerador de partículas del mundo, que empezó a funcionar el año 2008 y cuenta con un anillo de 27 kilómetros construido bajo tierra, se produjeron los *choques de alta energía* de protones, con el fin captar esa partícula que recibió el nombre de *bosón de Higgs*.

[1] Situado en la frontera franco-suiza cerca de Ginebra, el *LHC* es un anillo de 27 kilómetros de circunferencia ubicado a 100 metros bajo tierra. Es una de las máquinas más complejas construida nunca: sus 9.300 imanes superconductores, fundamentales para hacer girar los haces de partículas a velocidades cercanas a las de la luz, deben refrigerarse a una temperatura inferior a la del espacio exterior (-270 grados centígrados, cerca del cero absoluto); el interior del anillo es el lugar más vacío del Sistema Solar (10^{-13} atmósferas) para evitar que las partículas colisionen con moléculas de gas; y cuando las partículas colisionan entre sí se generan temperaturas 100.000 veces más calientes que el interior del Sol.

La función del colisionador es acelerar los hadrones. Estas partículas, en este caso los protones (núcleos de hidrógeno), hasta el 99,999999% de la velocidad de la luz y hacerlas chocar.

En el acelerador de hadrones corren dos tubos paralelos. En un tubo se inyecta el haz de protones en la dirección de las agujas del reloj y en el otro y en sentido contrario los protones son acelerados a casi la velocidad de la luz, hasta alcanzar 11.000 vueltas al circuito cada segundo.

A lo largo del túnel hay *4 estaciones* donde los tubos se cruzan y son los lugares donde las partículas chocan. Los protones viajarán en 2.800 paquetes, separados en el tiempo por 25 millonésimas de segundo, lo que a la velocidad de la luz les da un espacio de 7,5 m. Por el momento

están más espaciados (75 nanosegundos, 22,5m), y como consecuencia hay 600 millones de colisiones por segundo en los cruces. En los 4 cruces están las estaciones **ATLAS**, **CMS**, **ALICE** y **LHCb**, que observan las colisiones.

ATLAS es un detector que registra todo lo que ocurre durante la colisión. El **CMS** es un solenoide, que funciona también como un detector de carácter general. Las dos estaciones buscarán las claves de lo que se denomina "**materia negra**" del Universo y el "**Bosón de Higgs**". Se cree que la colisión reproducirá las condiciones existentes inmediatamente después del Big Bang, que **ALICE** y **LHCb** intentarán identificar. **ALICE** buscará el "**plasma líquido**" (cuando los electrones ya no están atrapados en sus órbitas alrededor del núcleo, tenemos el estado de plasma), forma de **materia** que supuestamente existió al originarse el Universo. Hoy en día sólo tenemos materia, pero en el Big Bang se crearon **iguales** cantidades de **materia** y **antimateria**, y el **LHCb** intentará averiguar qué pasó con esta **antimateria**. <http://www.jcpan.es/fotos/experimentos/tubos.jpg>

Tras su inauguración en 2008, el **LHC** comenzó su actual periodo de funcionamiento a finales de 2009. A finales de marzo de 2010 alcanzó los 7 teraelectronvoltios de energía de colisión entre partículas, la mayor registrada en un experimento de este tipo. En 2013-2014, el LHC se encuentra sometido a tareas de mantenimiento y actualización. A partir de 2015 volverán a producirse colisiones en su interior, alcanzando gradualmente la energía para la que está diseñado, 14 TeV.

Desde aquí podéis enlazar con la aplicación más abajo indicada para visualizar, **vía online**, el LCH

<https://www.youtube.com/watch?v=JResMcmUjCQ>

A principios de los '60 se teorizó sobre la existencia de una partícula nunca antes vista, el llamado **bosón de Higgs**, que sería la pieza clave para entender cómo se **formó la materia que existe en el Universo**.

Al bosón de Higgs también se le llamó la **Partícula de Dios** (no existe contexto religioso en el nombre), comenzó a ser investigada en 1960 por Peter Higgs para poder explicar por qué algunas partículas como

los *Quarks* tienen *masa*, mientras que otras como los *fotones* carecen de ella.

La idea de Higgs consistía en que el *Universo está bañado en un entorno invisible* similar a un campo magnético donde se encuentran los bosones [2]. Si una partícula *puede moverse* a través de este campo con *poca o ninguna interacción*, no *habrá arrastre*, lo que quiere decir que estas tendrán *poca o ninguna masa*. Alternativamente, a *mayor masa*, mayor *interacción* con el campo de Higgs.

A este mecanismo se le atribuye la propiedad de *atraer y mantener juntas al resto de partículas elementales que conforman la materia visible del Universo*.

3.1.- Funcionamiento del campo de bosones

Como ya se ha comentado, las interacciones de las partículas con este campo provoca que adquieran masa. Podemos pues imaginar el espacio lleno de estas que al interactuar con las demás partículas provocan en ellas *"dificultad"* para *moverse*. Es decir, las partículas adquieren *inercia* y por tanto *masa*. A más *interacción* con el campo Higgs más *masa*. Por ejemplo, los *fotones no interactúan* con ese campo *porque no tienen masa* mientras que los quarks *"top "* lo hacen muy intensamente porque tienen masa.

Podéis enlazar desde aquí con la aplicación indicada para poder visualizar, *vía online*, la explicación del campo de bosones. Mantener **PULSADO CONTROL** y **PINCHAR** en la aplicación

Funcionamiento del campo de Giggs

https://www.youtube.com/watch?v=9_XWVUdwbU0

Según describe el propio Giggs y la explicación dada en el video, la función del campo de Giggs *no es crear materia* sino **UNIR LAS PARTÍCULA QUE TIENEN MASA**.

El director general de CERN Rolf Heuer (4 de Julio de 2012) confirmó que dos equipos separados que trabajan en la actualidad en el LHC

estaban un 99% seguros de haber descubierto el “Bosón de Higgs” o como mínimo una partícula exacta a la que Higgs defendió.

Esta partícula podría explicar el *modelo estándar de partículas* de la física, explicando por qué los objetos en nuestro universo tienen masa, y como consecuencia, porque las *galaxias, planetas* e incluso los *humanos*, existen.

Los dos equipos de LHC que estaban estudiando los Higgs, lo hacían de forma independiente. Ninguno sabía qué era lo que iba a presentar el otro equipo.

“Ha sido muy interesante que los dos experimentos hayan ofrecido los mismos resultados”, dijo el físico Ryszard Stroynowski, un miembro del equipo ATLAS.

Evans comentó que el equipo anunciaría un resultado *cuatro-sigma* (nivel de probabilidad de no ser un fenómeno debido al azar), lo mínimo necesario para tenerlo en cuenta como un verdadero descubrimiento y no una observación realizada al azar.

“Es mejor de lo que me esperaba”, dijo Evans. *“Creo que podemos decir que la partícula Higgs existe. Está ahí”*

A riesgo de parecer increíble, para poder hacer una presentación oficial, se necesita un nivel de *cinco sigma* (un nivel menor a uno entre un millón de posibilidades de que el descubrimiento se deba al azar), y lo *han conseguido*.

El 8 de octubre de 2013 le es concedido a Peter Higgs, junto a François Englert, el *Premio Nobel de física "por el descubrimiento TEÓRICO de un mecanismo que contribuye a nuestro entendimiento del origen de la masa de las partículas subatómicas*, y que, recientemente fue confirmado gracias al descubrimiento de la predicha partícula fundamental, por los experimentos ATLAS y CMS en el Colisionador de Hadrones del CERN”.

Dentro del LCH la contra-rotación de haces de protones se elevan a casi la velocidad de la luz mediante un campo electromagnético antes de ser conducidos a las colisiones

La *teoría predice* que la existencia del bosón de Higgs *es demasiado fugaz* para ser registrado por los instrumentos del LHC, pero los físicos creen que pueden confirmar su creación si se pueden detectar las partículas que se desintegran en él.

3.2.- Situación actual del bosón de Higgs

Si no fuera por el *bosón de Higgs*, las partículas fundamentales viajarían por el Cosmos a la velocidad de la luz, y el Universo no se habría *'coagulado'* para *formar materia*.

"Puedo confirmar que se ha descubierto una partícula que es consistente con la teoría del bosón de Higgs", explicó John Womersley, director ejecutivo del Consejo de Tecnología y Ciencia del Reino Unido, durante una presentación del hallazgo en Londres.

Joe Incandela, portavoz de uno de los dos equipos que trabajan en la búsqueda de la partícula de Higgs, aseguró que *"se trata de un resultado todavía preliminar, pero creemos que es muy fuerte y muy sólido"*.

ATLAS, uno de los dos experimentos del CERN que busca el bosón de Higgs, *ha confirmado la observación de una nueva partícula a un nivel de 5 sigma (una forma de medir la probabilidad de que los resultados sean ciertos que ronda el 100%)*. Esta medición implica que la probabilidad de error es de *tres en un millón*, una cifra que, oficialmente, es suficiente para dar por *confirmado un descubrimiento*.

Sergio Bertolucci, director de investigación del CERN dice *"Con toda la precaución necesaria*, me parece que estamos en un punto rompedor".

"Es un hito histórico, pero estamos solo al principio", ha declarado por su parte Heuer, el director del CERN.

Los datos del CERN *no son todavía tan concluyentes como para poder afirmar con total certeza que han encontrado la partícula de Dio'*, pero están realmente *cerca de alcanzar ese objetivo*. "Hemos encontrado un *nuevo bosón* con una masa de 125,3 gigaelectrónvoltios (una medida usada por los físicos para cuantificar masas muy pequeñas), con un grado de consistencia de *4,9 sigma*. Estamos de acuerdo con el modelo estándar en un 95%, pero *necesitamos más datos*", explicó Incandela.

"Observamos en nuestros datos claros signos de una nueva partícula, con un nivel de confianza estadística de 5 sigma (superior al 99,99994%), en la región de masas de alrededor de 125 gigaelectrónvoltios. El excepcional funcionamiento del LHC y ATLAS, y los enormes esfuerzos de mucha gente, nos han llevado a esta emocionante etapa", asegura la portavoz del experimento ATLAS, Fabiola Gianotti, *'pero se necesita un poco más de tiempo para preparar estos resultados para su publicación'*.

El portavoz del experimento CMS, Joe Incandela, explica: "Los *resultados son preliminares*, pero la señal de 5 sigma alrededor de 125 gigaelectrónvoltios que estamos viendo es muy evidente. Es *realmente una nueva partícula*. Sabemos que debe ser un *bosón* y es el *bosón* más pesado jamás encontrado". Para Incandela, "las implicaciones son muy significativas y es precisamente por esta razón por lo que es preciso *ser extremadamente diligentes en todos los estudios y comprobaciones*".

Los expertos señalaron que se *"había cerrado el cerco"* en torno a la partícula, por lo que ya estaban más cerca de encontrarla.

El director general del CERN, Rolf Heuer, señaló que ya podría haber datos "*suficientes*" para hallar el Bosón de Higgs. En un artículo en 'The Bulletin', Heuer indicó que "hallar el Bosón de Higgs es una *posibilidad real*".

A pesar de estas palabras, Heuer ha pedido a la comunidad científica que tenga "*un poco más de paciencia*". En este sentido, recordó que aunque ATLAS o CMS muestren datos que supongan el descubrimiento de la partícula "*siempre se necesita tiempo para saber si es el Bosón de Higgs buscado durante mucho tiempo, el último ingrediente que falta en el Modelo Estándar de física de partículas, o si se trata de una forma más exótica de esta partícula que podría abrir la puerta a una nueva física*".

El equipo de expertos que trabaja para la organización en Ginebra ha diseñado la actividad del LHC para el primer periodo de 2012 de manera que obtuviera la máxima cantidad de datos posibles antes de que se celebrara el ICHEP (Conferencia Internacional de Física de Alta Energía). De hecho, se han obtenido más datos entre abril y junio de este año que en todo 2011. "*La estrategia ha sido un éxito*", ha indicado el director general del CERN.

El CERN da muchas informaciones en sus conferencias sobre el *hallazgo de una partícula* que *podría* ser el bosón de Higgs pero "*no con toda certeza*".

El bosón de Higgs fue *descubierto el año pasado* (2012) (eso no es lo que se dice un poco más arriba) por los experimentos ATLAS y CMS, ambos parte del gran acelerador. Hasta ese entonces su *existencia era sólo teórica*, aunque fundamental pues sobre ella *reposaba el modelo estándar de la física de partículas*, que describe las partículas elementales y sus interacciones.

Científicos del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) *han descubierto que el bosón de Higgs* y saben que se desintegra en *dos partículas* denominadas *tau*, pertenecientes a la familia de los *fermiones*. En el *modelo estándar de partículas* existen dos tipos de fermiones fundamentales, los *quarks* y los *leptones*. Los fermiones se consideran los constituyentes básicos de la materia, que interactúan entre ellos vía *bosones*. Estas últimas, *fermiones*, son las partículas que componen la parte *visible de la materia*.

Para un humilde científico como *yo*, hago la siguiente pregunta:

SI SE HA ENCONTRADO, CON TODA CERTEZA EL BOSÓN DE GIGGS, PARTÍCULA CAPAZ DE TRANSFORMAR LA ENERGÍA EN MASA ¿POR QUÉ EXISTE HAMBRE EN EL MUNDO?.

NO HE ENTENDIDO NADA SOBRE SI EXISTE O NO EXISTE EL BOSÓN DE HIGGS.

Enlaces

LCH

<http://colorblau.blogia.com/2010/060608-el-lch-la-recerca-de-la-particula-de-higgs.php>

LCH

<http://www.i-cpan.es/lhc.php>

<http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2013/10/659-546037-9-que-es-el-boson-de-higgs-tambien-conocido-como-la-particula-de-dios.shtml>

<http://www.nationalgeographic.es/noticias/ciencia/encuentro-de-la-particula-de-dios>

<http://www.abc.es/ciencia/20131129/abci-boson-higgs-desintegra-modo-201311291805.html>