

EL BOSÓN DE HIGGS YA FUE DESCUBIERTO Y ¿QUÉ VIENE?

The Higgs boson was already discovered and what comes?

JUVENAL CASTROMONTE SALINAS, PH.D. ¹

RESUMEN

El autor explica sucintamente cómo la existencia del bosón de Higgs, en el Modelo Estándar de física de partículas, y su campo intervendrían en la existencia de la masa de las partículas elementales.

Palabras claves: Higgs, boson, física, partícula.

ABSTRACT

The author succinctly explains how the existence of the Higgs boson, proposed by the Standard Model of the elementary particle's physics, and its field would intervene in the existence of the elementary's particles mass.

Keywords: Higgs, boson, physics, particle.

El bosón de Higgs fue descubierto el año 2012, por ello en el año 2013 se confiere el premio Nobel de Física. El bosón de Higgs es una partícula fundamental del *Modelo Estándar*, propuesta por el físico Peter Higgs y otros, en cuyos marcos se predijo su existencia en los años 60s. Para demostrar su existencia fue necesario construir el Gran Acelerador de Hadrones (LHC), conocido también como la "máquina de Dios".

Lo que a la fecha se conoce del bosón de Higgs es muy poco. El descubrimiento del bosón de Higgs solo ha permitido completar el *Modelo Estándar*, convirtiéndola en una teoría que permitirá hacer cálculos a energías menores que 1 TeV (sector de bajas energías). ⁽¹⁾ Los



Peter Higgs

intentos de extrapolar el modelo a altas energías (mayores a 1 TeV) han encontrado serias dificultades. El problema no es del mecanismo de Higgs en sí sino de todo el *modelo*. Esto es un reflejo de que el modelo no está completo, representa solo una aproximación de la teoría que funciona muy bien a bajas energías.

A altas energías, se deberá tener una nueva teoría y más completa que debe responder, aunque sea parcialmente, a los problemas no resueltos. ¿Qué teoría debería de ser? Con certeza no se sabe, pero existen muchos desarrollos. Por eso, una de las grandes tareas del LHC es mostrar, aunque sea con una seña, los rasgos de esta nueva teoría para entender adonde dirigir los esfuerzos. Muchos físicos consideran que esto se puede lograr estudiando el mecanismo de Higgs.

¹ 1TeV es igual a 1 000GeV

¹ Departamento de Ciencias Exactas, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia

La teoría actual de la física de partículas elementales, o “Modelo Estándar” se dedica a la descripción de las interacciones entre las partículas. La idea fundamental de esta teoría está basada en los conocimientos de las interacciones eléctrica y débil; que aunque parezcan muy diferentes, son dos manifestaciones diferentes de un solo tipo de interacción, la interacción electro-débil.

En los marcos de esta teoría, a altas temperaturas existe simetría entre las interacciones eléctrica y débil. Además, la simetría electro-débil solo es posible si las partículas fundamentales no tienen masa. Sin embargo, los experimentos muestran que las partículas - que participan en estas interacciones - tienen masa. Esto quiere decir que en algún momento se rompió la simetría. La explicación del rompimiento de simetría la proporciona el mecanismo de Higgs. En otras palabras, el mecanismo de Higgs tiene como función primordial el hacer que las partículas adquieran masa.

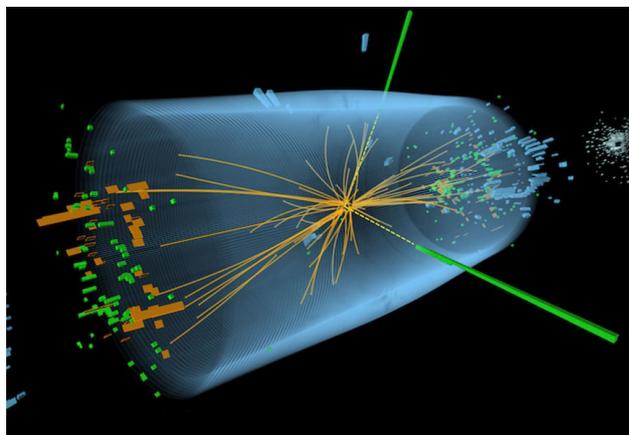
Para entender el mecanismo de Higgs se deben tener presente los conceptos siguientes. En la teoría cuántica, todas las partículas son *cuantas* y no “bolitas sólidas”. Los *cuantas* son porciones de campos en oscilación; así, por ejemplo, los electrones son campos eléctricos oscilantes. Para cada campo siempre se puede encontrar un estado con la menor energía posible, denominado *vacío* del tipo de campo correspondiente. Para las partículas “comunes”, se entiende por *vacío* cuando no hay partículas; es decir, cuando sus campos son nulos en todo lugar. Cuando el campo en algún lugar es diferente de cero, entonces se dice que el estado del campo tiene una energía mayor a la del *vacío*.

El campo de Higgs está construido de manera especial, su *vacío* no es nulo. El estado con la menor energía posible se da cuando todo el espacio está “rellenado” por el campo de Higgs,

en donde se mueven las demás partículas. La oscilación del campo de Higgs, con respecto al “vacío promedio” mencionado - es el bosón de Higgs, que es el *cuanta* del campo de Higgs.

La presencia del “relleno” del campo del bosón de Higgs se hace evidente por la manera como dificulta el movimiento de las partículas pero sin interferir con el movimiento rectilíneo uniforme de las partículas. Por acción de fuerzas externas, las partículas empiezan a moverse de manera más “pesada”, es decir las partículas tienen más inercia, han adquirido masa. La masa será mayor, cuanto más fuerte se “aferran” del campo de Higgs. Debemos tener presente que algunas partículas, por ejemplo el fotón, no se “agarran” del campo de Higgs, por lo que estas partículas no tienen masa.

El bosón de Higgs es una partícula masiva y su campo interactúa consigo mismo. Una característica del bosón de Higgs es que siempre interactúa con las partículas de manera proporcional a sus masas, considerando que el *vacío* de Higgs y el bosón de Higgs son dos



Evento del candidato a bosón de Higgs de colisiones entre protones en el detector CMS en el LHC. De la colisión en el centro, la partícula se desintegra en dos fotones (líneas punteadas de amarillo y verde) (imagen: CMS/CERN) <http://home.cern/about/updates/2015/03/lhc-experiments-join-forces-zoom-higgs-boson>

manifestaciones de un mismo campo. Esta propiedad es de suma importancia para los experimentos con el bosón en el LHC y para el desarrollo de la física.

Para un mejor entendimiento de lo que representa el bosón de Higgs, cuya explicación nunca ha sido fácil, en 1993 el ministro de Ciencias de la Gran Bretaña William Waldgrave convocó a un concurso para tener la explicación más sencilla posible acerca del bosón de Higgs, cuyo resultado se conoció recién después de su descubrimiento. La versión ganadora y la más difundida es la de una velada social, la misma que tratamos de presentar (con algunas variaciones) a continuación.

Imaginemos que se tiene un salón grande donde tiene lugar una velada social. En determinado momento ingresa al salón un personaje muy conocido con el que todos quisieran fotografiarse o saludarlo. Cuando este personaje se desplaza, tras él van varios invitados, lo que puede verse como gente que se “amontona” en un lugar. Este hecho ha tenido como consecuencia que el personaje se mueva más lentamente que los demás invitados. Quienes ya se han fotografiado o saludado con el personaje se juntan con sus amigos para comentar la foto que se han tomado; así, este tipo de grupos irá en aumento a medida que todos logran su objetivo de contacto con el personaje. En esta explicación, los invitados en el salón representan al campo de Higgs, el personaje es una partícula moviéndose dentro del campo de Higgs y los grupos formados por invitados (pero sin el personaje) es la perturbación del campo de Higgs.

Toda esta recreación para entender acerca del descubrimiento del bosón de Higgs no era otra cosa que una confirmación más de las predicciones del *Modelo Estándar*, aunque en algo parece un tanto forzada. Hasta entonces, todas las partículas encontradas estaban relacionadas con la simetría, pero esta nueva partícula, conocida también como la “partícula de Dios”, al parecer tiene otro origen. Sin embargo, ahora se tienen preguntas sin respuesta como ¿Qué la hace tan especial a esta partícula? ¿Por qué se rompe cierto tipo de simetría y por qué de esa forma? ¿Existe alguna teoría más completa que permita explicar y dar respuesta a estas interrogantes? Sin duda, serán los experimentos los que proporcionarán evidencias sobre cuál es el desarrollo a seguir más allá del Modelo Estándar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Peter W. Higgs. Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons. *Phys Rev Lett.* 19 October 1964; 13: 508-509.
2. F. Englert and R. Brout. Phys. Broken Symmetry and the Mass of Gauge Vector Mesons. *Phys Rev Lett.* 31 August 1964; 13: 321-323.
3. ATLAS Collaboration, G. et al. Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC. *Phys Rev Lett.* B 2012; 716(1): 1-29.

CORRESPONDENCIA:

Dr. Juvenal Castromonte Salinas.
Correo: juvenal.castromonte@upch.pe