



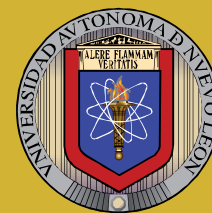
**David Alfaro Siqueiros (Chihuahua, 1898 - Cuernavaca, 1974). Figura máxima, junto a Diego Rivera y José Clemente Orozco, del muralismo mexicano. Su pintura aunó la tradición popular mexicana con las preocupaciones del surrealismo y el expresionismo europeos. En 1914, con apenas dieciséis años, se alistó en el ejército constitucionalista para luchar por la Revolución, experiencia que conjuntada a los tres años que pasó en Europa, determinó su pensamiento artístico, que cristalizó en su manifiesto publicado en Barcelona, en 1921, pensamiento que coincidió con los trabajos que le encomendó Vasconcelos.**

**Sin embargo, pronto se deterioraron sus relaciones con el gobierno. Su afiliación al Partido Comunista de México, su decisiva participación en la fundación del Sindicato de artistas y de su periódico (El Machete), junto a la creciente oposición a la política oficial manifestada a través de sus artículos, hicieron que dejara de recibir encargos a partir de 1924 y que, al año siguiente, decidiera dedicarse exclusivamente a las actividades políticas.**

**Siqueiros reiniciaría su trayectoria artística en los años treinta, pero fue la militancia ideológica la que determinó el rumbo de su vida. Fue encarcelado por participar en una manifestación del Primero de mayo, en 1930. Fue encarcelado de nuevo en 1960 acusado de promover la "disolución social". Cuando salió de la cárcel, cuatro años después, llevaba consigo las ideas de la que sería su última obra: Marcha de la Humanidad en América Latina hacia el cosmos, ubicada en el Poliforum Cultural Siqueiros.**

**Para Siqueiros socialismo revolucionario y modernidad tecnológica eran conceptos íntimamente relacionados. Estaba convencido de que la naturaleza revolucionaria del arte no dependía tan sólo del contenido de sus imágenes sino de la creación de un equivalente estético y tecnológico en consonancia con los contenidos. Toda su vida artística estuvo presidida por la voluntad de crear una pintura mural experimental e innovadora.**

**El mural que realizó en la sede del Sindicato Mexicano de Electricistas (1939-1940, Ciudad de México), recoge el aprendizaje obtenido tras las investigaciones efectuadas a lo largo de toda la década de los treinta y constituye una de las obras murales más significativas del siglo XX. Siqueiros eligió para el mural la escalera principal del edificio. Gran parte de su obra se encuentra dispersa en diversas ciudades del mundo.**



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®

ISSN 2007-2058



ESCUELA PREPARATORIA No. 3

# REFORMA SIGLO XXI

ÓRGANO DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA Y CULTURAL  
AÑO 19 NÚM. 71 JULIO-SEPTIEMBRE DE 2012  
MONTERREY, N.L.



# El bosón de Higgs

J. Rubén Morones Ibarra\*

## Introducción

**E**l mundo de la ciencia es más fascinante que cualquier creación literaria. La naturaleza nos ofrece misterios que ningún ser humano por más creativo que sea puede superar con su imaginación.

Pensaba enviar un artículo que sería una continuación de los dos anteriores que escribí con el título de *Una Mirada al Universo*, Parte uno y Parte dos. Sin embargo, un acontecimiento científico de gran relevancia para la física moderna me hizo cambiar de tema y desviarme por ahora del curso de los anteriores artículos.

Los temas de la física de partículas elementales de repente irrumpieron en la prensa internacional y la televisión mundial para dar cuenta de un descubrimiento notable en este campo, convirtiendo sus abstrusos conceptos en temas de conversación coloquial. De pronto se pusieron de moda el lenguaje y los conceptos usados por los físicos que estudian la estructura íntima de la materia. Palabras o expresiones como bosón, fermión, detectores de partículas, aceleradores de partículas, modelo estándar, Gran Colisionador de Hadrones, o La Partícula de Dios, ocuparon los espacios de los diarios de todo el mundo así como tiempo en la televisión y en la radio.

El estudio de las partículas elementales tiene actualmente una teoría que describe su comportamiento y lleva el nombre Modelo Estándar. Con el modelo estándar como marco

teórico, los físicos han podido explicar lo que ocurre en los fenómenos y procesos donde intervienen las partículas subnucleares.

Para construir la teoría del modelo estándar se empieza suponiendo que las partículas no tienen masa. Sin embargo, como sabemos que esto no corresponde a la realidad, ya que en la naturaleza nos encontramos con el hecho de que la materia sí tiene masa, entonces hay que hacer que la teoría contenga un elemento que dote a las partículas de masa.

Para lograr esto en la teoría se supone que existe una especie de mar invisible que llena todo el espacio y que al moverse las partículas en este mar adquieren masa. Para ilustrar la idea de este mar y de la forma como actúa sobre las partículas, podemos imaginar el movimiento de un objeto en este medio. Por ejemplo, dentro del agua podemos mover nuestra mano más fácilmente si lo hacemos orientando los dedos en la dirección del movimiento, que si el movimiento se realiza con la mano abierta y en la dirección perpendicular a la palma de la mano. Esta diferencia en la dificultad del movimiento se debe a la interacción o fricción entre el agua y la mano. Interpretamos la analogía diciendo que al batallar más para desplazarse se tiene mayor masa.

El mar al que nos referimos se conoce como Campo de Higgs y es éste el que le da masa a las partículas que interaccionan con él. Este campo de Higgs no ha sido observado nunca y es uno de los aspectos pendientes de

\* Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas egresado de la U.A.N.L. Estudios de Maestría en Física Teórica en la UNAM y Doctorado en Física Nuclear Teórica en la Universidad de Carolina del Sur en Estados Unidos. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la U.A.N.L. E-mail: rmorones@dfm.uanl.mx

la teoría, lo cual la deja como una teoría incompleta. Las mínimas excitaciones de este mar, como pequeñas olas sobre él, es lo que se conoce como el Bosón de Higgs, o el higgs simplemente.

El bosón de Higgs es para los físicos que estudian las partículas fundamentales lo que el Cáliz Sagrado o Santo Grial, fue para los cristianos y los Caballeros de la época medieval. Este bosón se ha estado buscando afanosamente desde que se supuso su existencia en el año de 1964. Hoy a 48 años de distancia parece haberse encontrado.

El descubrimiento del bosón de Higgs parece haber ocurrido el 4 de julio de 2012. El anuncio se publicó en todos los diarios importantes del mundo llevando la noticia a millones de personas. Si la noticia del descubrimiento del bosón de Higgs resulta cierta, éste será uno de los hallazgos más notables en la física del pasado y presente siglo.

Describir y entender el comportamiento de la naturaleza es el propósito de la física. Por otra parte, el objetivo de la física de partículas elementales es el de encontrar la estructura fundamental de la materia, las fuerzas entre ellas y las leyes que gobiernan el comportamiento de estas partículas. En las siguientes secciones se tratará de introducir algunas ideas relacionadas con estos conceptos.

### **La estructura de la materia**

¿De qué están hechas las cosas materiales que nos rodean? Ésta es una de las preguntas que se han hecho los hombres interesados en el conocimiento del mundo y de los fenómenos que en él ocurren, desde épocas muy antiguas de la humanidad.

Toda la materia que observamos a nuestro alrededor está hecha por sustancias que a su vez están formadas por solo 92 tipos diferentes de átomos. Estos átomos son los

elementos químicos de la Tabla Periódica que aprendimos en nuestras lecciones de química desde la escuela secundaria.

La historia de estos 92 elementos químicos se remonta a la Grecia antigua cuando los filósofos materialistas Demócrito y Leucipo introdujeron la idea de que en la naturaleza no había más que átomos y vacío. Para estos filósofos, que vivieron hace 2,500 años, toda la materia estaba formada por unidades básicas que no podían ser divididas, es decir, estas estructuras eran indestructibles. A ellas les llamaron átomos, palabra que en griego significa indivisible. Esta hipótesis de Demócrito y Leucipo fue la culminación de las ideas de los filósofos materialistas representados por Tales de Mileto, Anaxágoras y Empédocles quienes consideraban que los cuatro elementos fundamentales que entraban en la composición de toda la materia eran la tierra, el agua, el fuego y el aire.

La idea atomística de Demócrito y Leucipo es la base de la teoría atómica que John Dalton desarrolló en los primeros años del siglo XIX.

De la misma forma a como lo hicieron los químicos para construir la Tabla Periódica de los Elementos, los físicos llegaron a construir el modelo de quarks para explicar la estructura de la materia en su nivel más fundamental. Este camino llevó a los físicos a desarrollar una teoría que explica la estructura de la materia así como las interacciones entre las partículas fundamentales. Esta teoría se conoce como modelo estándar.

### **Las fuerzas fundamentales de la naturaleza**

Hasta ahora conocemos solamente cuatro fuerzas fundamentales o interacciones entre las partículas. Estas fuerzas gobiernan todos los procesos que observamos en la naturaleza. Estas fuerzas son conocidas también como interacciones y llevan los nombres de Interacción gravitacional, interacción electromagnética, interacción fuerte e interacción débil.

La interacción gravitacional es la más perceptible para nosotros. Es la fuerza que nos mantiene aquí en la Tierra y la que gobierna el movimiento de los planetas. Aun cuando es la más familiar, es la menos conocida desde el punto de vista de sus efectos a escalas pequeñas. Hasta donde se conoce, esa fuerza es atractiva y es acumulativa. Ésta es la razón por la cual es la fuerza que domina desde la escala de una partícula de polvo y objetos más grandes hasta todos los cuerpos astronómicos.

La fuerza electromagnética es la que domina a escala de los átomos y las moléculas. Esta fuerza es la que rige todos los procesos químicos siendo la responsable del enlace químico y de mantener unidos a los átomos.

Debido a que hay cargas eléctricas positivas y negativas, la fuerza electromagnética puede ser atractiva o repulsiva. Por otra parte, puesto que los cuerpos macroscópicos son neutros, esto es, tienen en promedio carga eléctrica cero, esta fuerza no figura en procesos planetarios y astronómicos en general.

La fuerza fuerte es algo más complicada y nos esperaremos hasta introducir el concepto de quark para explicarla. Sin embargo, existe una fuerza residual o remanente de la fuerza fuerte, esta fuerza se conoce como fuerza nuclear fuerte. Esta fuerza nuclear es la responsable de que los protones y neutrones estén unidos formando los núcleos atómicos. A esta fuerza se debe la energía nuclear, la cual se manifiesta de forma macroscópica como fuente de energía en las bombas atómicas y en los reactores nucleares.

Por último, la fuerza débil es la responsable de algunos fenómenos radiactivos. Causa también que unas partículas se transformen en otras dentro de los núcleos o en algunos procesos entre las partículas y en reacciones nucleares.

### **Clasificación de las partículas**

Los físicos han logrado realizar una clasificación y una síntesis de las partículas y de

los procesos fundamentales que ocurren a la materia en todo el universo.

La primera gran clasificación de las partículas se realiza de acuerdo con las interacciones o fuerzas en las que participan. Atendiendo a esta clasificación tenemos a los leptones y los hadrones. Los leptones son partículas fundamentales que no sienten la fuerza fuerte. Los hadrones, por otra parte, aun cuando no son partículas fundamentales, son esenciales para la clasificación y son aquellas partículas que sí sienten la fuerza fuerte. En el lenguaje de los físicos de partículas se dice que los leptones no interactúan mediante la fuerza fuerte, mientras que los hadrones sí.

Otra manera de clasificar a las partículas es a través de su espín. El espín es un atributo de las partículas que no tiene una contraparte clásica, sin embargo, con el propósito de asociarlo con algo tangible o perceptible, podemos decir que para el caso de la Tierra el espín sería su rotación alrededor de su propio eje. Así que una sobre-simplificación de este concepto sería el de considerar a las partículas como pelotitas. Su giro alrededor de su propio eje le daría a las partículas su espín.

Las partículas elementales pueden tener espín entero o espín semi-entero. Estos valores de espín entero pueden ser cero, uno, dos, tres, etc. Los valores de espín semi-entero son:  $1/2$ ,  $3/2$ ,  $5/2$ , etc. Las partículas de espín entero se llaman bosones en honor a un físico indio de nombre Satyendra Bose. Las partículas de espín semi-entero se llaman fermiones en honor al físico italiano Enrico Fermi.

La característica principal de los fermiones es que obedecen el principio de exclusión de Pauli. Este principio establece que dos fermiones no pueden estar en el mismo estado cuántico, es decir, no pueden estar en el mismo lugar, con la misma energía y con otras características físicas iguales. En cambio los bosones sí pueden ocupar el mismo lugar en el espacio,

con la misma energía y las demás características físicas iguales.

El físico norteamericano Richard Feynman explica en forma divertida las diferencias entre los fermiones y los bosones. Dice que los fermiones son antisociales y no les gusta juntarse con otros fermiones idénticos a ellos. Por el contrario, los bosones son muy sociables y las partículas idénticas de este tipo pueden estar en el mismo estado cuántico y en el mismo lugar a la vez.

Veremos en la siguiente sección que en las partículas fundamentales, los fermiones están asociados a la materia mientras que los bosones son los encargados de transmitir la fuerza entre las partículas.

### **Las partículas fundamentales**

Las partículas fundamentales de materia son todas fermiones. Se dividen en leptones como el electrón y el neutrino. De ellas hay 6 partículas fundamentales y 6 más que corresponden a sus antipartículas. Las otras partículas fundamentales que sienten la fuerza fuerte son los quarks. También son seis quarks y sus 6 respectivas antipartículas llamadas antiquarks.

Tanto los leptones como los quarks, son partículas elementales, es decir no tienen estructura y no están formados por ninguna otra partícula.

Los hadrones que mencionamos al principio de este artículo, no son partículas fundamentales ya que están formados por quarks.

Las otras partículas elementales son los bosones, los cuales transmiten las fuerzas. El bosón que transmite la fuerza electromagnética se llama fotón. Él que transmite la fuerza fuerte se llama gluón. Hay ocho gluones distintos. Los que transmiten la fuerza débil se llaman bosones vectoriales de norma. De ellos hay tres. Y finalmente, él que se supone que transmite la

fuerza gravitacional pero que hasta ahora no se ha detectado, se llama gravitón.

### **Los detectores de partículas**

Para estudiar las partículas se requiere que las "veamos" y les sigamos la huella. Por supuesto que no podemos ver a las partículas ni con el más potente microscopio, por lo que se requieren equipos muy sofisticados llamados detectores de partículas para registrarlas. Entre los primeros detectores de partículas encontramos los de centelleo. Estos detectores consisten en una pantalla cubierta con una película de sulfuro de zinc, la cual al ser golpeada por partículas cargadas produce un punto brillante en el lugar donde golpeó la partícula. Estos detectores de centelleo fueron utilizados por Ernest Rutherford en 1911 en el descubrimiento del núcleo atómico.

Los métodos de detección de partículas han evolucionado mucho desde los tiempos de Rutherford hasta ahora. En la actualidad los detectores pueden medir varias características de las partículas, como por ejemplo la carga eléctrica, la energía, la masa, el espín, etc. Para medir la energía de las partículas los detectores tienen integrado un calorímetro. El funcionamiento del calorímetro se basa en el hecho de que al entrar la partícula en el medio del calorímetro se producen choques que hacen que la partícula pierda su energía. Los choques producen agitación térmica en el medio elevando la temperatura de éste y con una medida precisa de la elevación de la temperatura se puede medir la energía de la partícula inicial.

Los detectores de partículas son por supuesto esenciales en todo experimento que involucre procesos de colisiones entre partículas.

### **El modelo estándar**

El modelo estándar es la teoría que describe y clasifica a las partículas elementales, las cuales son las estructuras básicas de lo

que está hecho todo lo que es visible en el universo, así como de las fuerzas entre estas partículas.

El modelo estándar fue construido entre los años 1960 y 1964 por los físicos Steven Weinberg, Abdus Salam y Sheldon Glashow, quienes ganaron el premio Nobel de física por lograr la unificación de las teorías sobre la fuerza electromagnética y la fuerza débil. Esta teoría unificada, llamada la teoría electro-débil se conoció como modelo estándar. Posteriormente el nombre de modelo estándar se extendió para incluir la fuerza fuerte.

En el mundo totalmente desconocido de las partículas sub-nucleares se buscaba un camino para construir una teoría que explicara los fenómenos que ocurren entre estas partículas. La primera hipótesis requería la suposición de que las partículas tienen masa cero. Así inició el modelo estándar. Sin embargo como lo que se observa es que las partículas tienen masa diferente de cero, se requirió introducir un mecanismo que permitiera proporcionar masa a las partículas. Este mecanismo que lleva un nombre extraño y que se conoce como Rompimiento Espontáneo de la Simetría implica la existencia de una partícula nueva. Esa partícula es la que conocemos como Bosón de Higgs.

El bosón de Higgs surge de la teoría electro-débil para dar masa a los bosones vectoriales de norma o bosones vectoriales intermedios, que como ya lo mencionamos, son los transmisores de la fuerza débil.

Las predicciones de la teoría electro-débil han sido comprobadas experimentalmente. Entre estas predicciones se incluye la de la existencia de los bosones vectoriales de norma los cuales fueron descubiertos experimentalmente entre los años 1973-1984.

La extensión del modelo estándar para incluir la teoría sobre la fuerza fuerte ha sido también probada experimentalmente. Entre una

de las predicciones de esta teoría extendida estuvo la predicción del quark llamado Top el cual se descubrió en 1995. Este hecho consolidó fuertemente a todo este marco teórico sobre las partículas elementales. La evolución de todas estas ideas llegó al grado tal que el paradigma de la física de partículas elementales, es decir la estructura teórica que nos sirve para estudiarlas, resulta ser en la actualidad el Modelo Estándar.

Hasta el momento no se ha observado ningún experimento que contradiga los resultados del modelo estándar. Esto es lo que caracteriza a una teoría fuerte. Sin embargo, hay un enorme hueco en su estructura: ¿probar que el bosón de Higgs existe!

## El CERN

El Centro Europeo para las Investigaciones Nucleares (CERN por sus siglas en francés), es una organización internacional en la que participan veinte países de Europa. La meta principal del CERN es el estudio de la física básica en el campo de la física de las partículas elementales con el propósito de entender la estructura fundamental de la materia. Estudiar las interacciones básicas entre las partículas y comprender cómo funciona el universo en su nivel fundamental es el propósito final de estos estudios.

El CERN es un inmenso laboratorio donde se han invertido enormes cantidades de dinero en los más sofisticados y complejos equipos del mundo. El estudio de las partículas se realiza a través de choques entre ellas observando sus efectos. Analizando los resultados de estos choques se pueden llegar a comprender las leyes básicas de la naturaleza. Los instrumentos fundamentales utilizados en estos estudios son los aceleradores y los detectores de partículas.

El CERN está localizado en la frontera entre Francia y Suiza y es una colaboración internacional donde trabajan más de 2500 personas,



entre científicos, ingenieros, técnicos y personal de apoyo. Es visitado anualmente por más de diez mil científicos para realizar experimentos y participar en los proyectos de investigación.

Es un complejo sistema de laboratorios, supercomputadoras y equipos de investigación donde se comparten proyectos entre 113 naciones del mundo. De la necesidad de compartir la información surgida de los experimentos realizados por los diferentes grupos, fue en este laboratorio donde surgió la INTERNET. La participación de los diferentes actores de los experimentos, diseminados en todo el mundo, impulsó la comunicación entre ellos por un medio especial. Este medio fue la vía electrónica, lo cual originó el nacimiento de la INTERNET.

### El LHC

Con una inversión de diez mil millones de dólares el Gran Acelerador de Hadrones (Large Hadron collider o LHC) es el acelerador de partículas más poderoso que se haya construido hasta ahora. Su construcción duró cerca de veinte años y han participado en este proyecto miles de científicos, ingenieros y técnicos.

Un acelerador de partículas es una máquina que, mediante campos eléctricos o magnéticos, acelera las partículas cargadas eléctricamente y las conducen en alguna dirección específica. Por ser el acelerador más potente del mundo, el momento actual es muy adecuado para los descubrimientos con el LHC ya que hay grandes asuntos pendientes por resolver en la física de partículas. Sabemos que después de los experimentos surgirán seguramente muchas más preguntas sobre la naturaleza de la materia.

El LHC entró en operación en el año 2008 y su puesta en funcionamiento fue objeto de comentarios en la televisión y los diarios de todo el mundo. Es un sofisticado complejo de investigación científica que consiste en un anillo subterráneo de 27 kilómetros de longitud localizado a cien metros de profundidad en la frontera

entre Francia y Suiza. Uno de los experimentos que se desarrolla en el LHC consiste en acelerar dos rayos de protones en direcciones opuestas en el anillo y hacerlos chocar una vez que han alcanzado una velocidad cercana a la de la luz. El objetivo de esto es estudiar las partículas que se producen en estos choques como resultado de la conversión de energía en masa, lo que se manifiesta en la creación de partículas como un producto de esta transformación de energía en masa.

Los experimentos en la física de partículas elementales es conveniente hacerlos en laboratorios subterráneos para evitar lo que se conoce como "ruido". Este es un efecto indeseable que dañaría el resultado del experimento debido a la presencia de partículas en la atmósfera que interfieren con el experimento.

Entre los grandes objetivos del LHC están cuatro: 1) La búsqueda del higgs, lo que nos permitirá explicar el origen de la masa de las partículas, 2) Desarrollar experimentos que permitan explicar por qué en el universo hay más materia que antimateria y así poder descifrar algunos de los misterios actuales que nos ofrece el universo, 3) Explicar la naturaleza de la materia y la energía oscuras la cual representa el 96% de la masa del universo, y 4) Recrear los primeros instantes del universo, lo cual nos ayudará también a saber más sobre el estado del universo en los primeros instantes del Big Bang.

También nos ayudará a comprender más y mejor un asunto denominado supersimetría y que está conectado con la posibilidad de existencia de dimensiones adicionales a las de espacio y tiempo. EL LHC podría revelar algunos aspectos de la gravedad cuántica y la supersimetría que es donde surgen las dimensiones adicionales del espacio.

De cualquier manera esta potente máquina producirá nuevos descubrimientos en la física de partículas que ayudarán al hombre a entender mejor el funcionamiento del universo.

Al LHC le llaman la máquina del Big Bang ya que permitirá recrear las condiciones que prevalecieron en el universo pocos instantes después de Big Bang. Cómo funciona el universo y cuáles son las leyes que gobiernan los procesos fundamentales que en él ocurren así como la masa y la estructura de las partículas que lo forman además de la naturaleza de la energía del universo, son algunas de las cuestiones pendientes de resolver.

La misión principal del LHC es la de explorar la estructura de la materia a escalas de longitud de  $10^{-19}$  metros. Para lograr esto se requieren energías enormes nunca antes logradas, de  $10^{12}$  eV. Cuanta más alta es la energía de las partículas, más pequeña es la distancia que se estudia. Acelerar a las partículas hasta velocidades cercanas a la de la luz y hacerlas chocar, para conocer su estructura y generar, a partir de la energía de la colisión, otras partículas más pesadas es la forma de operar del acelerador.

El LHC tiene integrados tres enormes detectores llamados ATLAS, CMS y ALICE. En la construcción de estos detectores han participado más de 40 países entre los que se encuentra México.

### **Historia del bosón de Higgs**

La historia del bosón de Higgs se remonta al año de 1964 cuando el físico británico Peter Higgs introdujo esta partícula como una solución desesperada para darle sentido a una teoría. La teoría inició como un modelo con el nombre de Modelo Estándar. Aun cuando ya no es un modelo sino propiamente una teoría, el nombre de modelo estándar se ha quedado para identificarla.

Los términos campo de Higgs, bosón de Higgs o simplemente el higgs, se usan casi indistintamente en la literatura. El campo de Higgs lo podemos visualizar como un mar, el cual, siguiendo las tradiciones de la física, podríamos denominar el mar de Higgs. La míni-

ma perturbación de este mar, la cual se manifestaría en forma de olas sobre la superficie, correspondería a una partícula: el bosón de Higgs. Todo lo que interactúe con este mar adquiere masa, esa es su función como partícula en la naturaleza.

El significado de la existencia del bosón de Higgs es que existe un campo, con una energía imposible de medir, que llena todo el universo, es decir, todo lo que conocemos en física como el espacio-tiempo. La existencia del bosón de Higgs, el cual es la excitación mínima de este mar que llena todo el universo, nos conduce a la conclusión de que el vacío no existe. Una forma equivalente de decirlo es que el vacío tiene energía diferente de cero. Los físicos se refieren a esto diciendo que el valor esperado de la energía del vacío es diferente de cero.

Al bosón de Higgs se le consideró en un principio como la partícula divina o bendita, también le llamaron partícula de Dios por la importancia que tiene para el modelo estándar. Su existencia completa esta teoría proporcionando masa a las partículas fundamentales. La partícula terminó siendo llamada por algunos físicos experimentales como la partícula maldita, por ser tan elusiva y presentar tanta dificultad para detectarla.

### **El posible descubrimiento del bosón de Higgs**

Para producir nuevas partículas los físicos hacen chocar unas partículas contra otras a grandes velocidades. El experimento para detectar al higgs se realizó mediante choques entre protones. En el LHC se lanzaron, dentro del gigantesco anillo de 27 kilómetros de longitud, chorros de protones en direcciones opuestas provocando colisiones entre ellos y originando la aparición de nuevas partículas. Entre esas partículas parece que surgió el muy buscado bosón de Higgs.

El higgs no se puede ver directamente, pues su corta vida impide que lo logremos. Sin



embargo su inestabilidad hace que se desintegre dejando una huella a su paso, las cuales son las partículas producto de la desintegración. La presencia del bosón de Higgs se manifiesta entonces de una manera indirecta al observar los productos de su desintegración.

El higgs se espera que se desintegre emitiendo dos bosones de norma W o dos bosones Z. Estas partículas son las transmisoras de la fuerza débil, y podrían manifestarse finalmente como dos fotones, que son los transmisores de la fuerza electromagnética.

En los detectores ATLAS y CMS que están integrados al LHC se detectó una partícula que podría ser el higgs ya que resulta totalmente compatible con las características predichas por la teoría para esta partícula.

El higgs se observó en el intervalo de masa entre 125-126 GeV. Este anuncio se hizo en base a los análisis de los datos obtenidos en los experimentos realizados durante el año 2011 y lo que va del 2012. Estos datos aun están analizándose y la prueba no se considera aún concluyente. Se sabe que lo que se registró es una nueva partícula, nunca vista antes en ningún experimento y que corresponde a las características del higgs, pero falta todavía terminar de hacer los análisis para determinar las propiedades y la naturaleza exacta de la partícula que se ha encontrado. Sin embargo, con un elevado grado de certeza los investigadores han anunciado que el higgs ha sido descubierto.

A sus 83 años de edad y a 48 años de haber predicho su existencia, Peter Higgs, estuvo presente en el informe oficial dado por el director del CERN. Creo que hemos encontrado el bosón de Higgs, dijo el director del CERN, Sergio Bertolucci. ¿Qué te parece? Le preguntó a Peter Higgs. Éste, profundamente emocionado contestó: nunca pensé que lograría ver esto en mi vida.

## Comentarios finales

El modelo estándar es la teoría más completa y compleja que ha creado el ser humano hasta ahora para explicar el funcionamiento del universo. Sin embargo, sabemos que no es la teoría final. El descubrimiento del higgs solo sería el inicio de una nueva etapa en la aventura humana por comprender los fenómenos del universo. Sería el principio para el desarrollo de teorías ahora conocidas bajo el nombre de Teorías Más Allá del Modelo Estándar.

El descubrimiento del higgs tiene grandes implicaciones en la física, la astrofísica y la astronomía. Conocer el higgs y sus características nos permitiría entender y ayudarnos a explicar algunos de los misterios actuales sobre nuestro universo.

Existen en el universo una materia y una energía actualmente desconocida y que no están incorporadas en el modelo estándar. A éstas se les conoce como materia y energía oscuras. Solo el 4% de la materia del universo es materia ordinaria el resto es materia y energía oscuras.

La materia oscura representa el 21% de la masa total del universo y el 75% del resto de la masa lo forma la energía oscura.

La materia oscura no es la materia ordinaria que conocemos, es decir, la materia estudiada por el modelo estándar, sino que es algo hasta ahora completamente desconocida para nosotros. El descubrimiento del higgs ayudaría a extender el modelo estándar hacia una teoría que incorpore esta materia y energía oscuras.

Después de todo, no importa qué tipo de partícula sea la que se descubrió, sea el higgs o no, la humanidad está en el umbral de nuevos y emocionantes descubrimientos que serán el inicio de un nuevo momento histórico en la ciencia.