	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES **FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES** **CURSO PREUNIVERSITARIO**		
	LECTURA COMPRENSIVA		**PRIMER PARCIAL**
APELLIDOS		CARNET	
NOMBRES		CARRERA	
DOCENTE		PARALELO	

INSTRUCCIONES:

Este examen tiene una duración de 20 minutos. El uso de celulares y calculadoras implica la anulación de la prueba. Coloque su nombre y carnet en todas las hojas entregadas.

Firme la hoja de respuestas, marque la fila de su examen y MARQUE LAS RESPUESTAS EN LA HOJA DE RESPUESTAS.

Los resultados de este examen se publicarán en la siguiente página: **pre.fcpn.edu.bo**, Una vez publicados los resultados, tiene 5 días hábiles para realizar reclamos directamente a su docente.

---

4 consultas informativas	Cada una tiene un valor de 5%
8 consultas argumentativas	Cada una tiene un valor de 10%

FILA B

El bosón de Higgs: el largo camino de un descubrimiento fundamental

José María Hernández

La búsqueda ha sido ardua: la propuesta teórica ha tenido que esperar casi 50 años hasta que el desarrollo experimental necesario para su verificación ha podido ponerse en marcha

Ha tenido que pasar casi medio siglo para que una propuesta teórica elaborada para explicar una propiedad fundamental de la naturaleza haya sido confirmada experimentalmente. El descubrimiento del bosón de Higgs en 2012 en el CERN, el Centro Europeo para la Investigación en Física de Partículas, ha motivado la reciente concesión del Premio Nobel de Física de este año a los físicos teóricos Peter Higgs y François Englert por su descubrimiento teórico con una mención especial a los experimentos ATLAS y CMS del CERN por su constatación experimental. Una noticia extraordinaria para la ciencia fundamental y en particular para la física de partículas.

A mediados del siglo pasado se desarrollaron los cimientos de lo que hoy se conoce como el Modelo Estándar de la Física de Partículas. Principios básicos de simetría permitieron desarrollar una teoría de gran belleza y simplicidad matemática que con unos pocos elementos era capaz de describir las leyes fundamentales que rigen el comportamiento de la naturaleza a nivel microscópico, las partículas elementales y sus interacciones, y lo que es más importante, realizar predicciones concretas que fueron confirmándose experimentalmente con gran precisión.

Sin embargo, un ingrediente esencial, la masa de las partículas elementales, se resistía a ser incorporado en la teoría ya que rompía su simetría subyacente. Se hizo necesario introducir un proceso externo que a partir de una teoría simétrica produjese un mundo asimétrico. En 1964 se propuso un mecanismo para dotar de masa a las partículas elementales consistente en la interacción de las partículas sin masa, resultantes de la Teoría Estándar, con un medio uniforme e imperceptible que supuestamente permea el universo. A través de esta hipotética interacción las partículas elementales adquieren inercia, una resistencia a ser aceleradas proporcional a su masa, que las libera de verse abocadas a moverse siempre a la velocidad máxima de la naturaleza, como deben hacerlo las partículas sin masa, como las partículas de la luz. Gracias a esta propiedad se pudieron formar los átomos, todas las estructuras del universo y nosotros mismos.

Un elemento fundamental del mecanismo propuesto fue la predicción concreta y en principio constatable de la existencia de una nueva partícula elemental, el bosón de Higgs, transmisora de la interacción. Durante décadas, físicos experimentales de partículas, organizados en colaboraciones internacionales cada vez más extensas y en experimentos de complejidad creciente, se lanzaron a la búsqueda de la nueva partícula. La comunidad de físicos teóricos fue realizando cálculos cada vez más precisos sobre los modos de generación y desintegración del hipotético bosón que ayudaron a

enfocar los experimentos. Éste es un ejemplo paradigmático de la fructífera colaboración y sinergia entre teoría y experimento. Unas veces, como en este caso, la teoría va por delante marcando el camino y otras veces el experimento realiza descubrimientos inexplicables bajo el marco teórico existente, como por ejemplo la observación de la expansión acelerada del universo, que estimulan desarrollos teóricos posteriores e incluso a veces desencadenan revoluciones científicas. El experimento juega el papel prominente de certificador. Una propuesta teórica no es más que un bello ejercicio matemático hasta que sus predicciones son constatadas experimentalmente. En el caso del bosón de Higgs, el planteamiento teórico ha tenido que esperar casi cincuenta años hasta que el complejo desarrollo experimental necesario para su verificación ha podido ponerse en marcha. En el mismo proceso, los experimentos han ido descartando toda una variedad de (super)teorías que predecían nueva Física más allá de la Teoría Estándar, aunque aún quedan otras muchas por evidenciar o excluir.

La búsqueda del bosón de Higgs ha sido ardua. Cálculos teóricos y resultados experimentales fueron estrechando el cerco. Aceleradores de partículas como LEP, en el CERN, y Tevatron, en Fermilab, con en principio potencial suficiente para generar la elusiva partícula, se quedaron a las puertas de la gloria. Se hizo necesario construir una máquina aún más potente, el Large Hadron Collider (LHC), con la energía e intensidad suficientes como para estar en disposición de producir y detectar la partícula predicha.

El reto tecnológico del LHC y de sus experimentos ha sido de dimensiones colosales. Se trata de posiblemente la instalación experimental más grande y compleja jamás construida. El tiempo empleado en esta empresa, más de una década de diseño seguida de diez años de construcción y cuatro años de puesta a punto, operación y análisis de datos, muestra las dimensiones del proyecto en el que han participado más de diez mil científicos e ingenieros provenientes de más de cien países y cientos de universidades y laboratorios. LHC ha sido capaz de acelerar protones hasta velocidades próximas a la de la luz adquiriendo una energía inalcanzable hasta la fecha. Los protones son confinados en una trayectoria circular de 27 kilómetros usando electroimanes enfriados a una temperatura cercana al cero absoluto y circulan a través de un tubo al que se ha practicado un ultra-vacío cuya presión es diez veces inferior a la existente en la superficie de la luna. Cerca de 500 millones de colisiones se producen cada segundo en el centro de los detectores ATLAS y CMS. Esta

enorme tasa de colisión junto con la elevada energía son necesarias para tener la posibilidad de generar y detectar bosones de Higgs en un tiempo razonablemente inferior a la vida media de los experimentadores. Los detectores son máquinas de un tamaño de decenas de metros, miles de toneladas de peso y precisión micrométrica. Son capaces de examinar las colisiones en tiempo real en cuestión de microsegundos y seleccionar una en un millón. Las colisiones registradas han sido procesadas y analizadas en una innovadora infraestructura de computación creada para tal fin cuyos recursos están distribuidos por todo el mundo e interconectados a través de Internet y que ha permitido producir resultados en tiempo récord.

La observación del bosón de Higgs ha sido ciertamente uno de los descubrimientos más importantes de la Física en las últimas décadas. Quizás la tradición de no conceder el premio Nobel a instituciones haya hecho que este año teoría y experimento no puedan ir de la mano en diciembre en Estocolmo. Hoy en día los experimentos son tan complejos y extendidos en el tiempo que se hace imposible destacar una figura representativa. El propio Peter Higgs ha manifestado que el CERN se merece el galardón. Quizás este reconocimiento al acelerador y a los experimentos que han hecho posible este descubrimiento esté aún por llegar, pero lo que nos motiva en nuestro trabajo no es el Nobel, sino la curiosidad.

A cada una de las siguientes afirmaciones se le debe adjudicar la categoría de Verdadera (V), Falsa (F), P (Posible) o N (Ninguna). Puede responder acá y luego copiar su respuesta en la hoja de respuestas adjunta o puede responder directamente en la hoja de respuestas.

#	AFIRMACIÓN	V	F	P	N
1	El proceso de generar y detectar experimentalmente una partícula elemental es necesariamente lento en el ritmo, largo en el tiempo e inevitablemente muy costoso.				
2	La obtención de premios o reconocimientos es siempre un asunto secundario para los científicos porque su motivación es la producción de conocimiento nuevo.				
3	Suele ocurrir que las demostraciones experimentales exigen modificar y ajustar las descripciones matemáticas aunque estas son necesarias para describir los procesos de la naturaleza.				
4	Los aceleradores de partículas son capaces de acelerarlas hasta que las partículas alcancen la velocidad de la luz.				
5	El siglo XXI fue el momento en el que el Modelo Estándar de la Física de Partículas desarrolló sus argumentos fundamentales.				
6	La teoría es siempre anterior a la experimentación en las ciencias básicas.				
7	El bosón de Higgs puede ser generado por los tres aceleradores de partículas actualmente existentes.				
8	Cuando un acelerador de partículas es capaz de generar el bosón de Higgs, puede ser también capaz de detectarlo.				
9	Se ha demostrado experimentalmente que la masa de las partículas elementales es producida por la interacción de las partículas sin masa.				
10	Mientras no haya sido confirmada experimentalmente, ninguna propuesta teórica de la física elaborada para explicar una propiedad fundamental de la naturaleza tiene validez.				
11	El premio Nobel en Física se concede tradicionalmente a personas, no a instituciones.				
12	Las hipótesis teóricas son siempre confirmadas por los experimentos posteriores.				

FILA B						
#	**AFIRMACIÓN**	**V**	**F**	**P**	**N**	**valor**
1	El proceso de generar y detectar experimentalmente una partícula elemental es necesariamente lento en el ritmo, largo en el tiempo e inevitablemente muy costoso.			x		10
2	La obtención de premios o reconocimientos es siempre un asunto secundario para los científicos porque su motivación es la producción de conocimiento nuevo.		x			10
3	Suele ocurrir que las demostraciones experimentales exigen modificar y ajustar las descripciones matemáticas aunque estas son necesarias para describir los procesos de la naturaleza.	x				10
4	Los aceleradores de partículas son capaces de acelerarlas hasta que las partículas alcancen la velocidad de la luz.		x			5
5	El siglo XXI fue el momento en el que el Modelo Estándar de la Física de Partículas desarrolló sus argumentos fundamentales.		x			5
6	La teoría es siempre anterior a la experimentación en las ciencias básicas.		x			5
7	El bosón de Higgs puede ser generado por los tres aceleradores de partículas actualmente existentes.			x		10
8	Cuando un acelerador de partículas es capaz de generar el bosón de Higgs, puede ser también capaz de detectarlo.			x		10
9	Se ha demostrado experimentalmente que la masa de las partículas elementales es producida por la interacción de las partículas sin masa.	x				10
10	Mientras no haya sido confirmada experimentalmente, ninguna propuesta teórica de la física elaborada para explicar una propiedad fundamental de la naturaleza tiene validez.		x			10
11	El premio Nobel en Física se concede tradicionalmente a personas, no a instituciones.	x				5
12	Las hipótesis teóricas son siempre confirmadas por los experimentos posteriores.		x			10