

Descubrimiento sorpresivo abre una ventana a nueva física

GERARDO HERRERA CORRAL

El Dr. Gerardo Herrera Corral es profesor investigador del Departamento de Física del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) e investigador asociado en el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares CERN. Actualmente trabaja en el experimento ALICE en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN, donde se estudia el choque de iones pesados ultra relativistas para recrear, de manera controlada en el laboratorio, las condiciones que existían en el Universo temprano.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

LA GRAN SORPRESA

Cuando ya nadie lo esperaba, cuando el tema parecía olvidado y cada vez menos físicos pensaban que se podía hablar de supersimetría en la naturaleza; cuando ya nadie miraba a las llanuras del medio oeste norteamericano donde hace años funcionaba el acelerador de partículas elementales más grande del mundo; cuando los experimentos que descubrieron el quark más pesado llamado top, y que fueron el temor del Gran Colisionador de Hadrones porque se pensaba que verían al Higgs antes de que el CERN comenzara su propia exploración, cuando la masa del bosón W descubierta en los años 80's parecía sólida, confirmada y en perfecto acuerdo con las expectati-

vas; aparece un nuevo análisis, una mirada a los datos viejos, almacenados por años en cintas magnéticas por los que poca gente estaría dispuesta a malgastar su tiempo, para que, después de un detallado escrutinio, casi ocioso, sin mayores ambiciones de las que puede haber en la verificación de lo que ya muchos vieron; rompa con el estúpido reinante, con el letargo que se establece cuando no hay novedades y con los valores que se habían medido para la masa de una partícula tan conocida como crucial.

Más allá de los suburbios de Chicago se encuentra el Tevatrón, una máquina enorme que hace años aceleraba protones para hacerlos chocar con antiprotones. Este fue el aparato más grande del mundo donde se estudiaba el choque de partículas, antes de que llegara el Gran Colisionador de Hadrones del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN) en Ginebra, Suiza. El laboratorio Fermilab albergaba al instrumento más potente cuando de mirar al interior de la materia se trata. Alcanzaba a ver escalas microscópicas como nadie más en el mundo y para hacerlo, contaba con dos grandes detectores llamados: CDF y D-cero (ver Figura 1).

El complejo se encuentra a 50 kilómetros de la ciudad de los vientos y ocupó por mucho tiempo el centro de atención en la física experimental de altas energías, hasta que, en 2009, un nuevo acelerador vino a mostrar al mundo que en tan solo unos meses de funcionamiento tendría los datos que esta máquina había acumulado durante años. Fue entonces

que los especialistas emigramos a Europa para estar más cerca del nuevo invento. En 1991 México se había incorporado al experimento D-cero en el Tevatron. En ese proyecto participó por muchos años un grupo de investigadores del CINVESTAV. Cuando el Gran Colisionador de Hadrones comenzó a operar, el pequeño grupo se unió con investigadores de otras instituciones mexicanas y se incorporó al experimento CMS del CERN (ver Figura 2).

Ya desde comienzos de los años 90 investigadores del CINVESTAV, BUAP,

Aunque se empezó por encontrar a los constituyentes de los átomos -los protones, los neutrones y los electrones- hoy se sabe que hay muchas partículas más. Actualmente se acepta el llamado modelo estándar descrito en la Figura 3. En las referencias de este texto hay tres lecturas posibles para conocer el mundo apasionante de las partículas elementales y la llamada física de altas energías. Desde que el bosón W fue descubierto en 1983 se había venido midiendo su masa. Las diferentes evaluaciones concordaban y arrojaban un valor equivalente a 85 veces la masa que tiene un átomo de

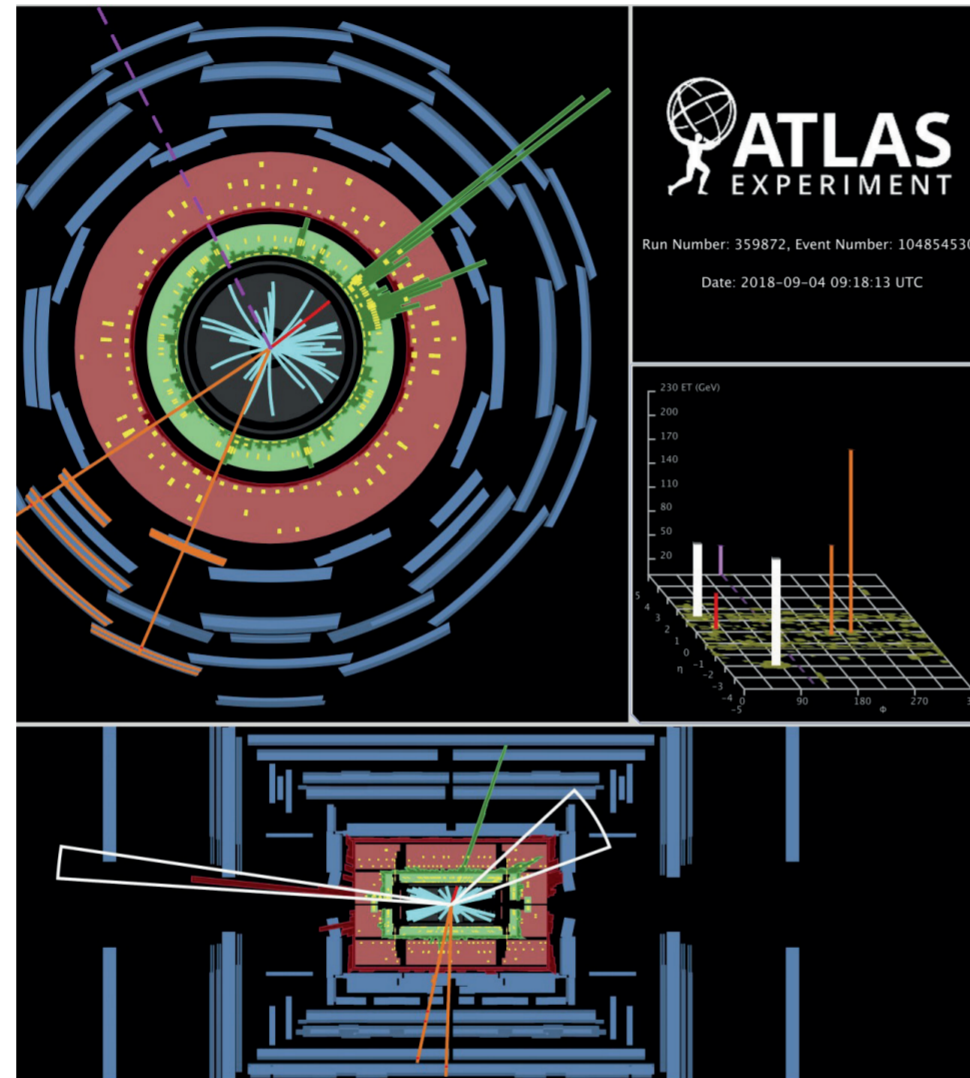


FIGURA 2. EVENTO observado por el experimento ATLAS del CERN. Después de una colisión protón-protón se ha producido un Z y un W. Las líneas naranjas señalan la trayectoria de los dos muones que provienen del decaimiento del Z mientras que la línea verde muestra al electrón que proviene del W. El neutrino que también surge de la desintegración del W escapa sin ser visto. La energía faltante debida a este neutrino invisible se muestra con la barra violeta. En la parte inferior también se muestran los chorros de partículas asociados al mismo evento. <https://cds.cern.ch/record/2804792> Copyright CERN

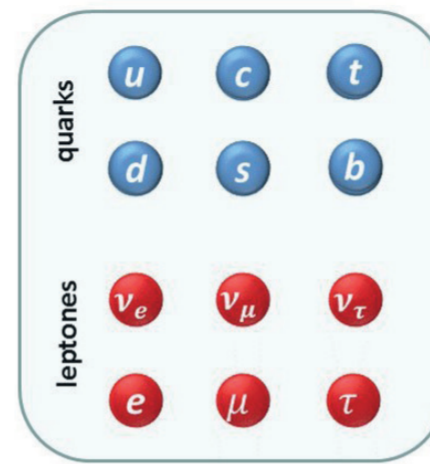
UAS y UNAM se habían involucrado en el experimento ALICE, también en el Gran Colisionador de Hadrones. En ese experimento los mexicanos han diseñado, construido y operado detectores que forman parte del experimento en su conjunto.

EL FAMOSO BOSÓN W

hidrógeno. La masa para los físicos no es otra cosa que la resistencia que presenta un objeto a moverse. Cuanta más resistencia, mayor es la masa. Para nosotros mismos determinar nuestra masa es tan simple como subirse a una pesa y ver cuanto hemos subido desde la semana anterior para luego dividir ese número por la aceleración gravitacional propia de nuestro planeta - que es del orden de 10 metros por segundo cada segundo -. Sin embargo, la medición de la masa para una partícula como el W es más complicada. No solo es un objeto pequeño, también aparece con poca frecuencia en reacciones que solo se producen en laboratorios como el Tevatron o el Gran Colisionador de Hadrones, además, el medir su resistencia a moverse implica

la reconstrucción de los productos de su desintegración, porque el bosón W vive muy poco tiempo. Cuando se consigue tenerlo después del choque de los protones con antiprotones o con otros protones, el bosón W vive solo 10^{-25} segundos, esto es un tiempo muy breve que en palabras corresponde a una décima de yocosegundo. Es, de hecho, uno de los tiempos más cortos jamás medidos. El bosón W recibe su nombre de la inicial en inglés: *Weak*, que significa Débil porque es uno de los intermediarios de la fuerza débil. El W viene en dos presentaciones: puede tener carga eléctrica positiva o negativa y, junto con el Z^0 , ambos, (W^+ y W^-), son partículas de intercambio que producen una de las cuatro fuerzas de la naturaleza: la débil. Las otras tres fuerzas fundamentales son: la fuerza gravitacional que nos es familiar, la fuerza electromagnética que está detrás de los fenómenos eléctricos y que domina la tecnología en nuestra sociedad y la fuerza fuerte, que, como la débil, pocas veces es tema de conversaciones. Actúan a escalas microscópicas, lejos,

materia



fuerza

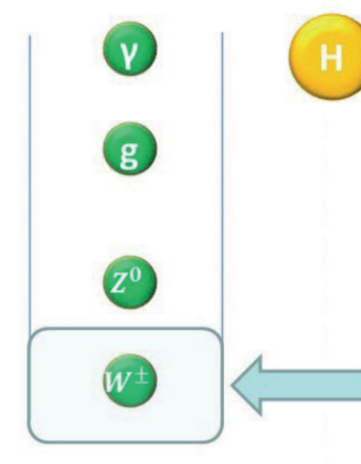


FIGURA 3. EN el modelo estándar de las partículas elementales existen 12 partículas de materia (fermiones): seis quarks y seis leptones, además de cinco partículas mediadoras de las interacciones (bosones): fotón (fuerza electromagnética), gluon (fuerza fuerte) y el W^+ , W^- y Z^0 (fuerza Débil). El Higgs es una partícula diferente que al interactuar con las otras les otorga masa.

o mejor dicho, en la profundidad, de nuestro día a día. El bosón W se desintegra típicamente en dos partículas, a menudo una de ellas es un electrón (o alguno de sus parientes, el muon o el tau), mientras que la segunda es un neutrino que escapa sin ser visto. Los neutrinos son elusivos, se escabullen por la maraña de átomos que forman los materiales que se le ponen enfrente. De manera que sin tener a uno de los dos productos del decaimiento es muy complicado medir la masa.

Esto es como querer saber cuanto pesa una persona con equipaje cuando la maleta ya ha sido documentada y ya no contamos con ella. Solo podríamos pesar a la persona y luego con lo que ella nos diga sobre lo que puso en la maleta hacer la estimación de lo que pesa el conjunto persona-maleta.

NUEVO ANÁLISIS DE DATOS

Referencias:

"Entre quarks y gluones: mexicanos en el CERN" Arturo Menchaca Rocha y Gerardo Herrera Corral, Academia Mexicana de Ciencias, 2011.

"El Gran Colisionador de Hadrones: historias del laboratorio más grande del mundo" Gerardo Herrera Corral, Universidad Autónoma de Sinaloa, 2013, Segunda edición: Editorial Proceso, 2015.

"El Higgs, el Universo líquido y el Gran Colisionador de Hadrones", Gerardo Herrera Corral, Fondo de Cultura Económica, 2014, Colección: La ciencia para todos.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

do hace unos días y es el más preciso desde que se descubrió al bosón W, incluyendo la medición del detector ATLAS que publicó la masa del W con menos precisión a pesar de contar con mejores tecnologías de medición.

De manera que el nuevo resultado -que ha saltado a la fama de manera inmediata - es dos veces más preciso que el mejor experimento de nuestro tiempo, pero no solo eso: el resultado no concuerda con lo que se esperaba. Está por encima de lo que la teoría predice y el desacuerdo es revolucionario.

La nueva masa medida es solo un poco mayor de lo que se pensaba, pero la diferencia es suficiente para que se abra una ventana de física nueva. Una serie de fenómenos que podrían dar cuenta de este nuevo valor están ahora en la imaginación de los especialistas. Entre estas posibilidades quizá la más socorrida e invocada es la muy anhelada "Supersimetría".

La supersimetría es una propuesta antigua que no ha sido verificada por el Gran Colisionador de Hadrones. Para muchos -como el autor- la supersimetría es tan bella que debería ser parte del plan que tiene la naturaleza para funcionar. La supersimetría implica que exista un solo tipo de partícula que unifica a los bosones y fermiones como una sola entidad. En cierta manera nos ofrece una manera de ver a las fuerzas y la materia como aspectos de una sola cosa. Sin embargo, de ser cierta, deberían existir muchas más partículas de las que vemos actualmente. Estas darían cuenta de una masa mayor para el W y con eso no solo tendríamos una explicación para la medición, tendríamos además una nueva manera de ver la realidad.

Los investigadores sueñan ahora con 30 micras de exactitud. Esto permite hacer una distribución más fina de sus energías, y todo esto acaba arrojando un valor de la masa de 80.433 Mega electrón Voltios con un error pequeño de tan solo 10 por ciento. La unidad de energía es usual entre los físicos de partículas: un electrónvoltio es la energía que adquiere un electrón cuando se lo somete a una diferencia de potencial de 1 volt y un mega señala que se trata de un millón de electrónvoltios.

Este valor para la masa fue publica-

biertos de olvido pueden llegar a superar las mediciones de aparatos como ATLAS, que cuenta con los mejores dispositivos de medición y obtiene sus datos de la colisión de protones que produce el portentoso Gran Colisionador de Hadrones?

El secreto está en el conocimiento adquirido sobre la manera como se genera el W en el momento en que chocan los protones. En los últimos años aprendimos mucho sobre los mecanismos internos de la colisión y sobre la manera como nace el W a partir de las colisiones microscópicas de los componentes de los protones. Es como si hoy supiéramos mejor la manera como la persona empaqueta su maleta y el tipo de objetos que puso ahí, lo que ahora nos permite calcular mejor el peso total aun cuando no tenemos a la maleta para pesarlos juntos.

¿UNA NUEVA FÍSICA?

Si bien la existencia de supersimetría es una explicación prometedorra, no es la única que puede decirnos por qué el W tendría una masa mayor a lo que se esperaba. Otra posible es que el famoso Higgs, descubierto hace apenas 10 años, sea solo uno de varios "Higgses", o bien que se trate no de una partícula elemental sino de un objeto compuesto. Cuando esos escenarios son considerados en la teoría, uno puede ver que la masa del W aumenta. Este sería pues otro mecanismo que explicaría porque la masa es un poco mayor.

Por ahora será necesario esperar la verificación de este resultado sorprendente e inesperado. El experimento CMS en el Gran Colisionador de Hadrones trabaja desde hace tiempo en la determinación de la masa del W y pronto nos dirá el valor que ellos miden. Luego vendrá un periodo de registro de datos en estos experimentos del CERN, y poco a poco iremos viendo si la noticia que se acaba de anunciar tiene sentido, si es repetible, si se puede confirmar o si se descarta. En caso de que este valor sea verificado podremos decir que estamos ante un nuevo paradigma y tendremos una nueva manera de pensar en la naturaleza fundamental de la materia.

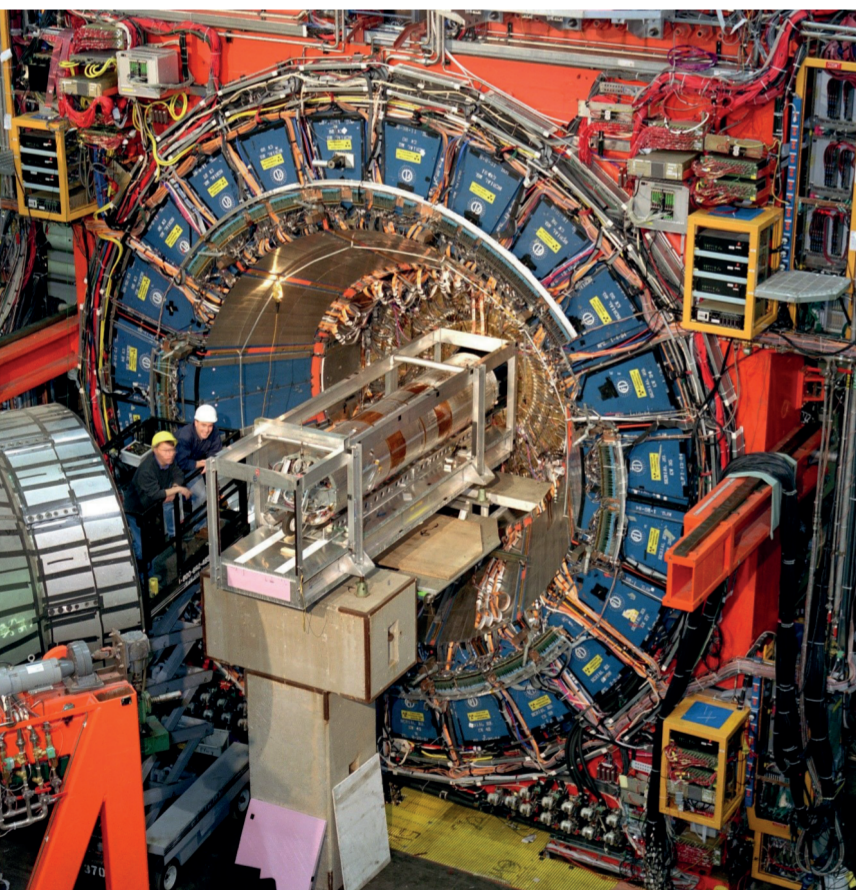


FIGURA 1. FOTO del detector CDF (por sus siglas en inglés: Collider Detector at Fermilab) experimento en el que participan alrededor de 600 físicos de varios países. Copyright Fermilab

ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial@acmor.org.mx