

Más allá del bosón de Higgs

José Gordon

Nos encontramos en el corazón del detector Alice en el colisionador de partículas del CERN en Ginebra, Suiza. Éste es uno de los cuatro detectores que estudian los choques de partículas a velocidades cercanas a la luz en el anillo de 27 kilómetros diseñado por la Organización Europea de Investigación Nuclear. Alice es el único detector en estas instalaciones donde hay dispositivos hechos en México. El físico Gerardo Herrera, autor del libro *El Higgs, el universo líquido y el Gran Colisionador de Hadrones*, de próxima aparición (FCE), es coordinador de un talentoso equipo mexicano en el CERN desde hace más de 19 años. En el marco de una visita que hicimos al CERN para la grabación de unos programas de La Oveja Eléctrica en Canal 22, me habla de unas observaciones que podrían tener implicaciones revolucionarias en nuestro entendimiento del universo.

Hoy que Peter Higgs y François Englert obtuvieron el Premio Nobel de Física 2013, por los planteamientos teóricos que llevaron al hallazgo del bosón de Higgs (2012), conversamos sobre las nuevas fronteras que se abren en la física. Tienen que ver con diversas preguntas: ¿Cuáles son las características más detalladas del bosón de Higgs? ¿Se podrán descubrir partículas supersimétricas? ¿Por qué el universo está hecho de materia y no de antimateria? ¿Por qué el 96 por ciento del universo no se ve?

La interrogante que obsesiona a Gerardo Herrera se centra en un extraño fenómeno que sucede en el universo temprano.

¿Hacia dónde marcha la investigación que se realiza en un espacio como éste?

Una pregunta que se plantea de manera específica al experimento Alice tiene que ver con las condiciones iniciales del universo. Las estructuras que vemos aquí normal-

mente están cerradas una vez que está funcionando. Ahora están abiertas porque estamos trabajando en la actualización de los dispositivos. Esto nos permite ver las entrañas de Alice en toda su magnitud. En el centro de toda esa maraña de aparatos y de cables ocurre la colisión de iones de plomo. Son los iones más pesados que hemos podido acelerar. Esto hace posible producir condiciones extremas de la materia. La llevamos a una temperatura de 5.5 billones de grados centígrados; es la temperatura más alta que se ha logrado en un laboratorio de manera controlada. Esto es más de 100 mil veces la temperatura que existe en el centro del Sol. Lo logramos aquí el año pasado. Eso nos ha permitido reproducir las condiciones tempranas del universo. Ésas son las densidades que existían cuando el universo estaba a una décima de microsegundo del Big Bang. Acababa de nacer.

De una manera muy diferente de la que pensábamos, encontramos un líquido. Pensábamos que iba a ser un gas, pero resultó ser un líquido que Alice empieza a ver ya. Parece un líquido perfecto, que fluye con muy poca viscosidad. Si lo tuviéramos en grandes cantidades repretaría por las paredes.

Podríamos compararlo con los cardúmenes, con los peces en el mar que se mueven en conjunto con gran coherencia. Cuando uno da vuelta en una dirección, todos los siguen y es un misterio cómo lo hacen. Ese fenómeno que se da en los peces en realidad es imperfecto cuando uno ve un líquido como éste en donde los átomos se mueven con una coherencia tal que es impresionante.

Estamos hablando de un plasma de quarks y gluones.

Correcto. Este plasma de quarks y gluones que se está produciendo en el centro

de esa maraña de aparatos debe de ser muy parecido a lo que existía en el comienzo del universo. A ese estado de la materia le llamamos plasma porque tiene características muy especiales: es distinto al gas, al líquido o al sólido que nos son familiares. Esto es un plasma pero no como se puede ver en las lámparas de neón (ése es un plasma electromagnético). Se trata de un plasma cromodinámico en el sentido de que está hecho de quarks y de gluones.

Y la sorpresa es que su naturaleza es líquida.

Ésa es una sorpresa enorme. Eso ya se había observado en el Colisionador de Iones Pesados Relativistas (RHIC) del Laboratorio Nacional Brookhaven, en Estados Unidos. Ahí se empezó a ver que tenía esas características muy interesantes, pero todos pensábamos que cuando llegara el gran colisionador de hadrones con mucha más energía —con iones todavía más pesados que los que se lograron hacer colisionar en RHIC—, la cosa iba a tomar el curso esperado, es decir, que esto se iba a gasificar, que realmente se trataba de un gas, de hecho de un gas ideal que se concebía como parte del origen del universo. Para la sorpresa de todos, esto no es así. Hemos trabajado ya con una energía considerable mayor que la que se tenía en RHIC y esto es un líquido que nuevamente parece tener una viscosidad extremadamente baja.

Y esto se conecta tal vez con el entendimiento de modelos distintos que van más allá del modelo estándar de la física para entender cómo funciona la naturaleza.

Mira, ésa es la parte que a mí me parece fascinante de las investigaciones de Alice y por ello es relevante comunicar que podríamos estar ante un desarrollo

sumamente importante. Acabamos de tener el gran descubrimiento del bosón de Higgs y fue un golpe mediático que le dio la vuelta al mundo con noticias en primera plana, pero actualmente las investigaciones que se realizan en Alice empiezan a mostrar lentamente una naturaleza diferente que, como bien señalas, podría rebasar las expectativas de lo que tenemos en el modelo estándar.

Hay desarrollos teóricos que han sido muy especulativos por mucho tiempo (que han sido criticados precisamente por eso), como la teoría de cuerdas, que ahora parecieran caminar en una dirección afín con lo que vemos en el laboratorio y en particular con lo que Alice está observando en la colisión de iones pesados.

Ésta es la exploración teórica de Juan Maldacena.

Sí. Maldacena es toda una figura de la física teórica que ha trabajado en física de cuerdas por mucho tiempo. En 1997 publicó un artículo muy interesante que establece una conjetura que habrá que demostrar. La demostración misma llevará mucho tiempo probablemente porque no es sencilla, pero la conjetura ha sido bien recibida por los grandes teóricos como Edward Witten. Esta conjetura establece una dualidad que se conoce como la dualidad AdS/CFT. Es muy interesante porque relaciona a un espacio de cinco dimensiones con las propiedades de un líquido perfecto que, curiosamente, es lo que estamos observando en el laboratorio de Alice.

Con algunas consideraciones de por medio, plantea Herrera, podríamos hablar de que la abstracta teoría de cuerdas podría asociarse por primera vez con resultados fenomenológicos, con lo que se está midiendo en los experimentos. Hay mucho camino por recorrer, pero de acuerdo con Gerardo Herrera, estos vínculos representarían una revolución de nuestro entendimiento del universo. Explica el físico con la mente encendida como sus ojos:

Tenemos dos teorías: la mecánica cuántica que describe al mundo microscópico y la teoría de la relatividad que describe al mundo macroscópico. El modelo estándar, como lo conocemos hoy, no incluye la gravedad. La teoría de cuerdas logra po-



Gerardo Herrera entrevistado por José Gordon

nerlas juntas; es una teoría de gravedad cuántica.

Sin embargo, la teoría de cuerdas ha sido muy criticada porque no logra hacer fenomenología, no logra conectar con la realidad. Ha sido terriblemente criticada por ser especulativa, porque vive en espacios de muchas dimensiones, y con objetos, cuerdas que son inaccesibles por sus tamaños microscópicos, que están en la escala de Planck (10^{-33} cm). Esa teoría tan abstracta tiene ahora una conjetura que la ayuda a aterrizar sus ideas. ¿Dónde? En las observaciones que Alice está realizando en este momento, en este líquido perfecto que se produce en la colisión de iones pesados.

El problema de estudio es muy sofisticado. Hay que investigar con mucho cuidado las propiedades del plasma de quarks y gluones. Por ello, por ejemplo, desarrollar la técnica para medir la temperatura de ese plasma nos tomó mucho tiempo.

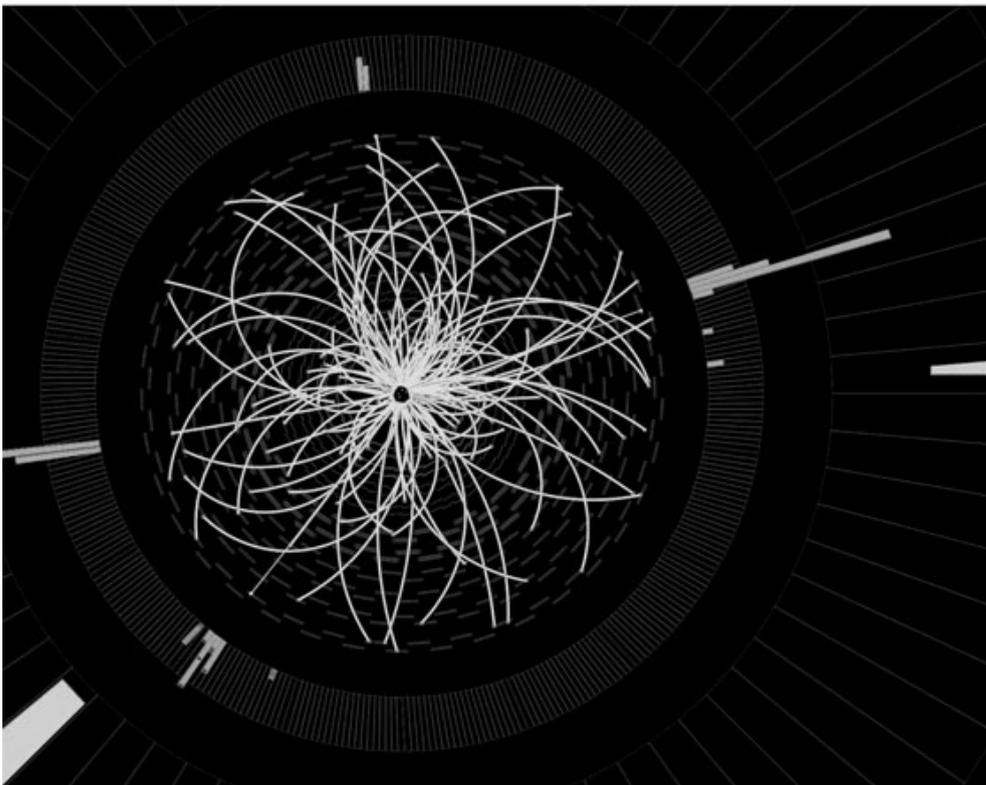
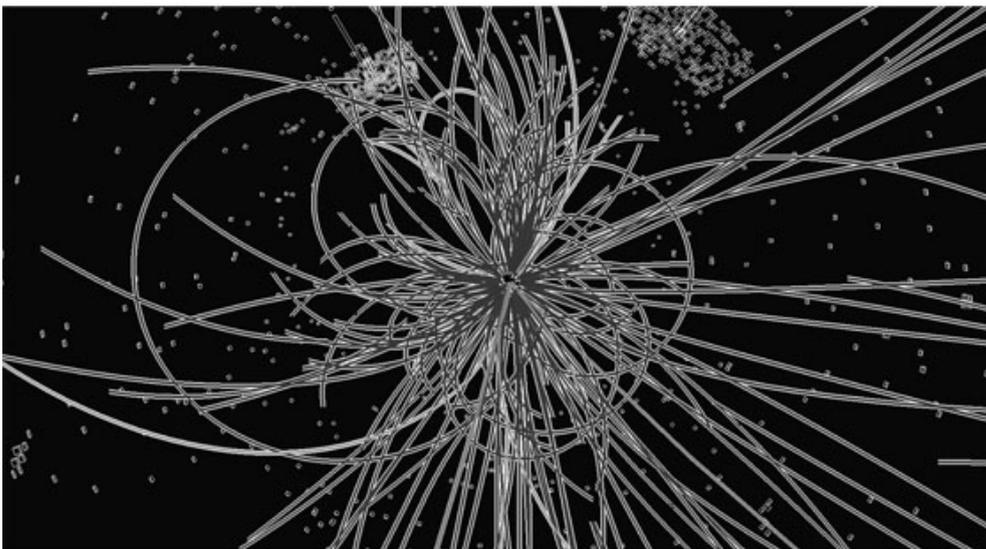
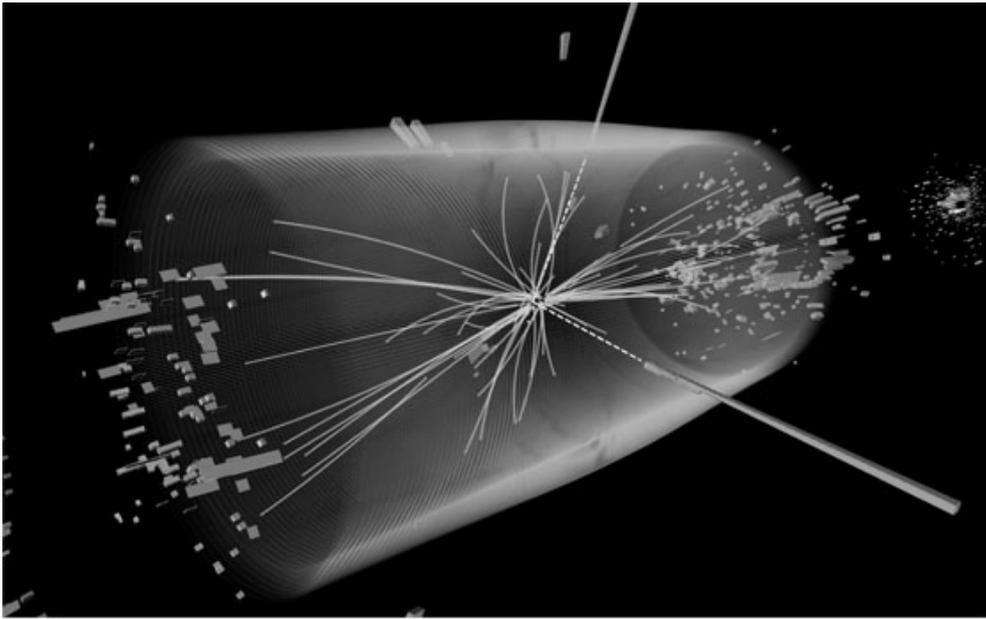
Al llegar a estos niveles tan básicos, ¿cómo se vincularía teóricamente la investigación de este plasma con el bosón de Higgs?

El vínculo por antonomasia es el origen del universo. Los dos se encuentran ahí, unas fracciones de segundo después del Big Bang. Hace 13,800 millones de años pensamos que ocurrió una gran explosión —que fue microscópica, por cierto— y cuando ape-

nas esto había sucedido en un tiempo tan corto que es inimaginable (10^{-36} seg.), ocurrió un fenómeno muy interesante al que llamamos inflación. Esto significa que el universo creció de manera súbita con una rapidez inusitada: del tamaño de un protón al tamaño de una naranja. Esto parecería poco pero, si uno ve las dimensiones, es un crecimiento extraordinario en un tiempo extremadamente corto. Esta inflación hizo posible que la radiación, que la energía que se encontraba en el origen del universo se transformara en materia, y es lo que ha estabilizado a nuestro universo.

¿Por qué ocurrió eso? ¿Por qué se dio la inflación? ¿Qué es lo que hizo que de pronto algo que era tan microscópico —como del tamaño de un protón— se expandiera tan rápidamente al tamaño de una naranja y que hiciera posible nuestro universo? ¿Qué fue eso? Los cosmólogos piensan que debió de haber hecho aparición un campo escalar al que llamaron inflatón. Ello sería responsable de haber creado una presión negativa que succionó al universo y lo hizo expandirse tan repentinamente.

Hoy en día todo parece indicar que este inflatón tiene todas las características que son las del Higgs, es decir, que el inflatón de los cosmólogos bien podría ser el Higgs. Todo parece indicar que esto podría explicar no sólo el origen de la masa de las partículas para entender la estructura de la ma-



Desintegración y simulación del bosón de Higgs

tería sino también para entender la teoría del origen del universo mismo, es decir, para entender que hubo una inflación que estabiliza al universo. Desde ese razonamiento, el Higgs o el inflatón, o como queramos llamarle, estaría íntimamente relacionado con el origen del universo.

Y con el plasma de quarks y gluones, con ese líquido primordial.

Indudablemente, justo después de la inflación es cuando aparece la materia, cuando este campo se liga con la radiación y le da masa a las partículas. Lo primero que aparece es un plasma de quarks y gluones. Los quarks y gluones que estaban extremadamente calientes en una densidad enorme son el resultado de esa inflación. Son el resultado de que el Higgs haya convertido a la radiación en materia.

Lo que estás planteando nos lleva de alguna manera a una concepción que tiene que ver, tal vez, con el famoso sueño de Einstein de un campo unificado de todas las fuerzas de la naturaleza.

Indudablemente. Esto es lo que está de fondo: tener una descripción completa del universo y una descripción sencilla que lo explique todo.

Elegante.

Elegante sí, para que en términos elementales sea capaz de darnos una descripción de las diferentes interacciones, de los diferentes campos de materia y de todo lo que ocurre en la naturaleza. Ése es el sueño de la física de partículas. Por supuesto, en ese sentido, la teoría de cuerdas es la más fuerte que tenemos actualmente para esta descripción: se postula que desde un solo objeto, que es la cuerda, se empiezan a desdoblarse las diferentes identidades que nosotros vemos actualmente de manera muy tosca, como quarks y como leptones.

Lo interesante es que aparece un líquido que empieza a conectar ese nivel teórico con el nivel visible.

Empezamos a ver un universo líquido, inesperado, que podría ser la conexión con estas nociones muy revolucionarias. Pienso yo que calan muy hondo en nuestra idea del universo. **U**