

# UABDIVULGA

BARCELONA RECERCA I INNOVACIÓ

09/02/2017

## "Me preocupa que Europa pierda el liderazgo en física de altas energías"



Entrevista al físico italiano Guido Tonelli, uno de los protagonistas del descubrimiento del bosón de Higgs, que impartió una conferencia en la Facultad de Ciencias. Profesor de física de la Universidad de Pisa, Guido Tonelli fue portavoz del experimento CMS del CERN, una de las dos grandes colaboraciones internacionales de científicos, junto con el ATLAS, que buscaban evidencias experimentales de la existencia del bosón de Higgs.

Guido Tonelli fue testigo de todo el proceso de construcción del acelerador LHC hasta la aparición de las primeras pruebas de la existencia del bosón de Higgs. Por su papel destacado en el descubrimiento, ha recibido, entre otros reconocimientos, el Fundamental Physics Prize (2012), y el Enrico Fermi Prize de la Sociedad Italiana de Física (2013). Presentado por el director del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE), Matteo Cavalli Sforza, Tonelli impartió la conferencia "El nacimiento imperfecto de las cosas" en la Facultad de Ciencias de la UAB, el pasado 7 de febrero.

**¿Podemos estar seguros de que el bosón de Higgs ha sido realmente observado, o hay todavía otras posibilidades compatibles con los resultados experimentales?**

Por un lado estamos seguros de que hay una partícula en los 125 GeV, que es exactamente

como el bosón de Higgs. Estamos seguros de ello porque hemos vuelto a ver esta señal en los nuevos datos que hemos recopilado. El LHC ha funcionado a 7,8 TeV en 2010, 2011 y 2012, luego se detuvo durante dos años y luego empezamos de nuevo a 13 TeV, otra energía. Y la señal ha vuelto a aparecer. Eso significa que permanecerá allí, que durará para siempre. Lo que no está claro, y esto nos da alguna oportunidad tal vez para descubrir cosas nuevas, es si se trata realmente de una partícula elemental o no. El Modelo Estándar prevé que el bosón de Higgs es una partícula elemental, pero si descubrimos que tiene estructura interna, esto abriría otro mundo, y estamos trabajando muy duro en ello.

### **Así que el bosón de Higgs es el final, pero también el comienzo de algo en física.**

Sí, ambos. Por un lado cierra una búsqueda que ha durado casi 50 años. Hemos cerrado un capítulo, sabemos que éste es el mecanismo que la naturaleza ha elegido para romper la simetría entre la interacción electromagnética y la débil, sabemos que la partícula juega un papel importante en la composición, en la estructura profunda de nuestro Universo. Pero eso ya es historia. Ahora nos centramos en el futuro. Con esta nueva partícula tenemos una herramienta muy poderosa para investigar más misterios de la naturaleza. El bosón de Higgs tiene un papel especial en este juego. Asigna masa a todas las partículas. A todas las partículas conocidas y también a las partículas que aún no se han descubierto. Así que nuestra esperanza secreta es poder investigar las propiedades del bosón de Higgs a tal nivel de detalle, con tal precisión que podamos ser capaces de entender y descubrir cualquier anomalía. Si descubrimos una anomalía en las propiedades del bosón de Higgs, propiedades que están muy bien predichas por la teoría actual de la materia, por el Modelo Estándar, esa anomalía significaría que hay algo más. Así que podríamos usar el bosón de Higgs como una herramienta para hacer descubrimientos adicionales.

### **¿Hay alguna evidencia experimental de ese "algo más", de Nueva Física?**

Con el descubrimiento del bosón de Higgs el Modelo Estándar está completo. No hay ninguna partícula más prevista por el modelo. Pero en la Naturaleza observamos fenómenos que requieren otras partículas u otras interacciones. Por ejemplo, la materia oscura que mantiene cohesionada nuestra galaxia, y todas las galaxias, y que constituye una cuarta parte de toda la masa del Universo, está hecha de partículas cuya composición no se conoce. No sabemos qué tipo de partículas forman la materia oscura. Así que estamos buscando nuevas partículas que no estén previstas en el Modelo Estándar que puedan explicar este tipo de fenómenos. Por el momento no hemos descubierto todavía estas partículas.

Las partículas supersimétricas serían buenos candidatos para explicar la materia oscura, pero desafortunadamente no hemos visto ningún signo de partículas supersimétricas en el LHC. ¿Qué podría significar esto? La primera posibilidad es que la teoría sea incorrecta, que la supersimetría no sea una descripción correcta de la naturaleza. Pero también podría ocurrir que nuestra energía no sea lo suficientemente grande, que no hayamos podido hasta ahora descubrir nuevas partículas, es decir, partículas supersimétricas, simplemente porque la energía no es lo suficientemente grande como para producirlas. Éstas podrían ser muy masivas y no tendríamos suficiente energía para producirlas. Así que a partir de ahora la cacería está abierta. Sabemos que tarde o temprano habrá un joven estudiante, no sabemos dónde, no sabemos cuándo, que verá algo en los datos. En ese momento, toda la construcción de la que estamos tan orgullosos, el Modelo Estándar, se desmoronará. Y tendremos que crear una nueva

construcción, una nueva visión de la naturaleza y de la materia. No sabemos cuándo sucederá, pero sabemos que sucederá. Y realmente pensamos que ésta podría ser la belleza de nuestro trabajo. No sabemos si ocurrirá la próxima semana o dentro de 15 años, y esto es lo que hace que nuestra actividad de investigación sea extremadamente desafiante, involucrando a la gente emocionalmente, de forma apasionada. No sabemos qué nos reservará la naturaleza.

### **¿Qué podemos esperar del LHC en los próximos años?**

La máquina funciona muy bien. Hay que tener en cuenta que empezamos a operar hace sólo seis o siete años. Y este acelerador durará otros 20 años, así que estamos en el comienzo de la exploración. El plan es producir millones, probablemente cien o doscientos millones de bosones de Higgs, y para su descubrimiento sólo producimos un puñado de ellos. El objetivo es exactamente el que aludí antes: estudiar en detalle todas las propiedades de estas nuevas partículas buscando cualquier anomalía, algo extraño no previsto por la teoría. Mientras, con la alta energía que ya tenemos, y con la alta intensidad que estamos logrando en estos días -este año el LHC ya ha superado un récord de luminosidad, de intensidad de las colisiones- probablemente tendremos cien veces más estadística respecto a la que nos ha permitido descubrir el bosón de Higgs. Así que con esta cantidad increíblemente grande de datos podríamos tener la suerte de descubrir algo nuevo, directamente, una nueva partícula que aparece en los datos, ahora o dentro de 20 años. O podríamos descubrir la Nueva Física indirectamente a través de alguna anomalía en una partícula. En las propiedades del bosón de Higgs, en las propiedades del quark top o en las propiedades de los bosones W y Z. Todas estas partículas pesadas son extremadamente sensibles a la Nueva Física. Sienten algo, actúan como una antena. Una antena muy sensible a la física que aún no hemos descubierto. Tenemos la esperanza de que, de una manera u otra, probablemente vamos a cambiar nuestra visión de la naturaleza y de la materia en los próximos 20 años. Pero esto requerirá mucha paciencia y mucho trabajo.

### **¿Hay planes para un futuro acelerador en el CERN?**

Hay una discusión a nivel mundial, entre las personas que trabajan en física de altas energías, sobre cuál será el siguiente paso. Cuando yo era joven tuvimos el sueño de construir el LHC y sus detectores, y ello nos llevó 25 años. Así que la escala de tiempo de una nueva máquina es de entre 20 y 30 años. Si quieres un nuevo acelerador en 2040, necesitas empezar a pensar y planificar ahora. Estas construcciones requieren enormes inversiones y nuevas tecnologías. Y eso es lo que está sucediendo ahora. Ya tenemos en marcha una colaboración de unas 500 personas estudiando el nuevo sueño, que se llama FCC *Future Circular Collider*. Se trata de una máquina de 100 km de circunferencia, cuatro veces los 27 km de LHC. La energía es de 100 TeV, que es siete veces la energía máxima que tendremos en el LHC. El plan es descubrir directamente nuevas partículas en caso de que no podamos hacerlo con LHC, y estudiar en detalle el papel del bosón de Higgs al comienzo de nuestro Universo. Hemos comprendido recientemente que el papel que esta partícula especial ha desempeñado en nuestro Universo podría ser incluso más profundo de lo que pensábamos. Por un lado, ya está establecido que está dando masa a partículas elementales, y que rompe la simetría entre interacción electromagnética y débil. Por otro lado, hay teorías que piensan que la asimetría entre la materia y la antimateria -una de las grandes preguntas sin respuesta, el hecho de que nuestro mundo sea un mundo de materia y que la antimateria haya desaparecido- sucedió en un momento mágico en el que el bosón estableció su campo en todo el universo. Así que, de algún modo,

estamos trabajando para reconstruir ese momento. Pero para hacerlo es necesaria una energía cinco o diez veces más elevada que la del LHC. Este es el motivo por el que estamos pensando en 100 TeV. Con esa cantidad de energía podríamos perturbar el vacío electrodébil, el campo del bosón de Higgs, e intentar ver cómo se comporta reproduciendo en el laboratorio lo que sucedió en nuestro Universo en el momento mágico, una centésima de billonésima de segundo después del Big Bang. Este es el ambicioso plan que tenemos con el nuevo acelerador, y observo mucho entusiasmo y nuevas ideas. Debemos ser conscientes de que todavía no tenemos la tecnología, tenemos que desarrollarla. Necesitamos al menos 10 años para desarrollar tecnología para los imanes, y para el resto de aparatos complejos que se necesitarán, pero creo y espero que vamos a iniciar una nueva gran empresa.

### **¿Europa lidera la física de altas energías?**

Cuando era joven, para hacer física de altas energías uno debía coger el avión y viajar a los Estados Unidos. Ésta era la situación en los años 70, e incluso a principios de los 80. Ahora la situación ha cambiado. En el CERN tenemos unos 1500 científicos estadounidenses que viajan en avión en el sentido contrario, de Estados Unidos a Europa, para hacer ciencia de primer orden. De modo que sí, Europa es líder en este campo, no hay duda sobre ello. La pregunta es si nuestros gobiernos, nuestros líderes políticos, serán capaces de mantener este liderazgo. Veo grandes planes de inversiones en esta área, y no principalmente de los EE.UU. sino sobre todo de China, de Japón y de Corea, países orientales. China está tratando de enviar hombres a la Luna, tiene un programa espacial y también un programa de física de alta energía muy agresivo. Pretenden construir un acelerador de 70 Km, un factor 3 con respecto al LHC, y planean hacerlo en los próximos 15 años. Quieren atraer a los mejores cerebros del mundo en esta empresa porque quieren liderar este campo. El país que lidera este campo lidera la tecnología. Desarrollar nuevas tecnologías tiene impacto en la economía, en la política ¡y en todas partes! Veo que los líderes políticos en China, Japón y Corea son conscientes de esto. Son conscientes de que necesitan invertir en universidades, en conocimiento, en nuevas instalaciones. Y lo están haciendo muy seriamente. No veo en Europa la misma consciencia. Al menos entre los líderes europeos, que están demasiado divididos y no tienen una visión clara sobre lo que podría ser el papel de Europa en el mundo futuro. Un mundo donde el conocimiento es el componente clave. Así que tenemos el liderazgo en este campo, pero me preocupa si queremos mantener este liderazgo, porque esto significaría invertir enormes recursos en esta área.

[View low-bandwidth version](#)