

«Estamos al principio de algo que ni siquiera podemos imaginar»

Por: José Manuel Nieves. ABC. 16/02/2017

Guido Tonelli es un hombre **afortunado**. De hecho, son muy pocos los científicos que consiguen saborear, en vida, los frutos de décadas de trabajo y esfuerzo.

Físico experimental en el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), llevaba más de veinte años intentando «cazar» al esquivo **bosón de Higgs**, la última partícula prevista por el Modelo Estándar, y además la responsable de que el resto de las partículas tengan masa, lo que hace posible la existencia de materia estable en el Universo.

Como director del experimento CMS en el [gran acelerador](#) de partículas **LHC**, (el mayor del mundo, con una circunferencia de 27 km.), Tonelli vivió minuto a minuto las emociones de uno de los mayores **hallazgos de la Física** de este siglo.

Hombre tranquilo y sencillo, habla con seguridad y con una claridad cristalina de las cuestiones más complejas a las que se enfrenta la Física actual. Una claridad que también está presente en su libro «**El nacimiento imperfecto de las cosas**», la apasionante historia del descubrimiento del [Higgs](#), contada en primera persona y que se ha convertido ya en un éxito editorial en Italia.

Para presentar **su libro** en España (editado por Lince) Guido Tonelli ha pasado unos días en Madrid. Y aquí, en la capital española y ante un buen plato de «spaguetti carbonara al tartufo», el célebre investigador mantuvo una larga conversación con ABC.

¿Qué recuerda usted del 4 de julio de 2012, día en que se anunció el hallazgo del bosón de Higgs?

Como responsable del experimento CMS, ese día estuve allí, en el CERN, disfrutando del anuncio sentado en primera fila, junto a Peter Higgs y a Fabiola Gianotti, que dirigía el experimento ATLAS. Yo llevaba desde finales de la pasada década de los ochenta tratando de encontrar el Higgs, y por eso ese día fue muy especial. Pero para mi, la emoción más grande no fue la de aquél día. El 12 de julio

anunciábamos oficialmente el descubrimiento, y fue un momento muy emotivo, Peter Higgs no podía contener las lágrimas... Pero lo mejor, para mí, fue unos meses antes, cuando empezamos a ver los primeros signos de que por fin lo habíamos cazado. Aquella sí que fue una emoción indescriptible.

¿Podría, a pesar de todo, tratar de describirla?

Para un científico que ha dedicado veinte años de su vida a este sueño, superando las crisis más terribles, la construcción de la máquina, los fallos, los parones, las dudas... Después de tantos años persiguiendo ese sueño, llegas a pensar que nunca va a poder realizarse. Sigues convencido, y trabajando duro, pero terminas pensando que nunca conseguirás reunir las pruebas necesarias. Yo dirigía los trabajos en el experimento CMS, uno de los cuatro grandes detectores del LHC, y hacia noviembre y diciembre de 2011, meses antes del anuncio oficial, empezamos a ver los primeros signos que lo delataban. Me reunía diariamente con el equipo para hablar de cómo iba la investigación, y recuerdo que el día de mi cumpleaños, el 8 de noviembre, dos grupos independientes del CMS, que generalmente no hablan entre sí, detectaron, cada uno por su cuenta y con métodos y tecnologías diferentes, un extraño pico en los datos. Nos miramos a los ojos y no podíamos creer que fuera verdad. Aún hoy se me pone la piel de gallina al recordarlo... Fue el mejor de los regalos de cumpleaños.

¿Qué hizo entonces?

Decir al equipo que intentaran destruir esa señal. Es decir, que buscaran la forma de invalidarla, que trataran de explicarla de cualquier otro modo... Los cientos de personas que trabajamos en el CMS pasamos varias semanas tratando de buscar un error o una explicación alternativa, o algo que no encajara. Piense que yo tenía la obligación de comunicar el hallazgo, e imagine lo que habría pasado si después de hacerlo se hubiera comprobado que se trataba de una simple fluctuación estadística...

¿Qué pasó luego?

Fabiola (Gianotti), en el experimento Atlas, también había detectado algo. Hablamos, comparamos, discutimos... y el 13 de diciembre de 2011, después de un mes entero tratando, sin éxito, de invalidar la señal que habíamos detectado, comparecimos juntos en un seminario interno del [CERN](https://cern.ch), para anunciar que

habíamos visto “algo”. Dentro de nosotros, sabíamos que era el Higgs, pero no podíamos decirlo aún públicamente por miedo a que se nos hubiera escapado algo y no se tratara más que de un error. Desde el punto de vista científico, la fecha oficial del anuncio fue la del 4 de julio de 2012, y la confirmación definitiva el día 9 de ese mismo mes.

¿Qué les dijo Peter Higgs cuando se lo comunicaron? ¿Sigue él en activo de alguna forma, pese a su edad?

No, la historia de Peter Higgs es complicada, y hace ya muchos años que dejó la actividad científica por motivos de salud. Yo tenía contacto con otro de los miembros del equipo que postuló el Higgs en 1964, Francoise Englert, que a pesar de sus 82 años se mantiene aún muy activo. A primeros de diciembre, con los primeros resultados, yo les llamé y les dije que habíamos encontrado algo, y que estuvieran preparados para el verano. Englert me dijo que en verano tenía pensado viajar a Estados Unidos y le pedí que no lo hiciera. Piense que los cinco físicos que formularon el Higgs tienen ya edades muy avanzadas. Robert Brout, por ejemplo, no llegó a verlo, porque murió en 2011... Y los demás tenían miedo de no llegar vivos hasta el verano. Fue una aventura humana, además de científica, realmente increíble.

Muchos científicos dedican su vida a investigaciones cuyos frutos no llegan a conocer. No puedo dejar de pensar que el propio Peter Higgs podría no haber sido testigo del descubrimiento del bosón que lleva su nombre...

Si, eso es algo que sucede muy a menudo. Pasas la vida tratando de demostrar algo y te mueres antes de que se consiga, sin saber siquiera si tenías razón. Admito que yo, en eso, he sido muy afortunado, porque no es corriente poder saborear los frutos de una investigación de varias décadas. Ahora estamos al principio de algo que ni siquiera podemos imaginar.

¿Quién fue, aquél 8 de noviembre de 2011, la primera persona fuera de su laboratorio a la que le contó algo?

Fue a mi mujer. Ella no sabe nada de física, pero entendió la importancia de lo que habíamos conseguido. Después de 20 años de continuas ausencias de casa, de trabajar día y noche... Me sentí en la obligación de decirle que todos esos años de esfuerzos y de sacrificios quizá, solo quizá, habían valido la pena. Estaba feliz, y lo

primero que me dijo fue que a ver si ahora que ya lo habíamos descubierto pasaba algo más de tiempo en casa... De alguna forma, ella también había participado en toda esta historia.

¿Con quién más compartió el hallazgo?

La segunda persona a la que se lo conté fue a mi padre. El destino quiso que apenas una semana antes del seminario interno en el que Fabiola y yo hablamos de los primeros signos del Higgs, ingresaran a mi padre en urgencias. Se moría. Justo en esa semana tan llena de emociones maravillosas, me encontré también con una de las situaciones más dolorosas de la vida. Me avisaron a las dos de la madrugada de su ingreso, y no sabían si llegaría a la mañana siguiente. Cogí el coche y conduje a toda prisa los más de 500 km. que hay entre Ginebra y La Spezia, donde vivía mi padre, y cuando llegué lo encontré en coma y fuertemente medicado. Me acerqué a él y le cogí la mano. No sabía si me escuchaba, ni qué decirle, pero empecé a hablar con él, y a contarle lo que estaba pasando, lo nervioso que estaba por el seminario, la posibilidad de haber encontrado algo... Y de pronto me di cuenta de que estaba asintiendo con la cabeza, de que nos estábamos comunicando. Fueron apenas un par de minutos... Le dije, “papá, ¿me estás oyendo?”, y me dijo que sí. Le pregunté si tenía frío, y respondió que no. Comprendí que me estaba oyendo... Después los médicos dijeron que es posible que fuera en un momento en que el efecto de la medicación estaba bajando. De forma que tuve la oportunidad de contarle a mi padre todo lo que estaba ocurriendo, justo antes de su muerte. Fue un regalo maravilloso.

Desde el anuncio oficial del descubrimiento han pasado ya casi cinco años. ¿Qué ha cambiado en este tiempo?

Todo. Ha cambiado todo. Ha cambiado nuestra visión del mundo, y aún sigue cambiando en estos momentos. Aún no se muy bien cuando terminará este reajuste de las perspectivas, ni lo que vendrá después.

Algunos científicos piensan que lo mejor habría sido no descubrir el Higgs...

Si, hay muchos que creen que lo mejor habría sido no encontrar nada, porque eso habría obligado a formular una nueva teoría. Pero yo no estoy del todo de acuerdo con eso. Ahora podemos describir el mecanismo gracias al cual las partículas han adquirido su masa, y podemos contar a cualquier estudiante la razón de que la

materia tenga la consistencia que tiene. Podría haber muchas formas distintas de materia. Podría haber surgido un Universo en el que la materia habría existido también, pero en formas que no permiten su estabilidad. Pero en nuestro Universo todo sucedió exactamente de la forma que permite que exista materia sólida estable. Por eso estamos aquí. Y ahora podemos explicar exactamente cómo sucedió. Esta historia, que ahora parece muy complicada, pronto formará parte de la cultura general de todas las personas, como sucede con la teoría del Big Bang, que al principio muy pocos conocían y que ahora casi cualquiera puede explicar.

Además de eso, el hallazgo del Higgs completa el Modelo Estándar de la Física y confirma su validez.

Si. Lo más bonito, desde mi punto de vista, son las implicaciones que tiene el bosón de Higgs como instrumento de conocimiento. Ahora que lo hemos descubierto, ¿qué podemos aprender de él?. Por ejemplo, aunque el Modelo Estándar ya esté completo, sabemos que no puede explicar ciertos fenómenos que resultan muy embarazosos para nosotros, como la materia oscura, la inflación, la asimetría entre materia y antimateria... De modo que muy pronto, en cuanto algún joven brillante descubra una nueva partícula o formule alguna teoría nueva, tiraremos el Modelo Estándar a la basura. Podríamos decir que tras el hallazgo del Higgs se ha terminado un ciclo de conocimiento, y ahora nos enfrentamos a lo desconocido. Algunos de mis colegas reaccionan a esto deprimiéndose, porque estábamos acostumbrados a seguir una guía teórica, el Modelo Estándar, que preveía la existencia de todas las partículas que hemos ido encontrando en las últimas décadas, incluido el Higgs. Cada nuevo descubrimiento confirmaba las predicciones del Modelo Estándar, hasta que encontramos también la última partícula que faltaba para completarlo, el bosón de Higgs. Pero al mismo tiempo, el modelo no es tan bueno, porque hay muchas cosas que no consigue explicar. Por eso, antes o después, pasará algo parecido a lo que sucedió con la teoría de Newton, que lo explicaba todo excepto un pequeño detalle que tenía que ver con el movimiento de Mercurio. A nadie le importaba que no pudiera explicarse el movimiento de Mercurio, a nadie excepto a un tipo llamado Einstein, que se empeñó en comprender lo que pasaba. Y así nació la Relatividad General. Ahora, ocurre lo mismo. Está claro que la nueva teoría no desmentirá al Modelo Estándar, igual que la Relatividad no desmintió a las leyes de Newton, pero será algo totalmente nuevo y revolucionario.

¿Pueden ocupar ese lugar ideas como la teoría de cuerdas o la Supersimetría?

Usted lo ha dicho, son ideas, conjeturas, muy consistentes pero que aún no han podido ser verificadas experimentalmente. No hemos encontrado aún pruebas que confirmen su validez. Podría ser que para encontrarlas necesitemos aceleradores mucho más potentes. El LHC llega a una energía de 13 TeV (teraelectronvoltios), pero quién nos dice que la Naturaleza ha decidido, por ejemplo, que no hay nada nuevo entre los 15 y los 100 TeV, y que estamos entrando en un desierto en el que no ocurrirá nada hasta que seamos capaces de construir máquinas que alcancen esa potencia? Puede que nos falten décadas para el próximo gran descubrimiento, o puede que lo hagamos el mes que viene. No tenemos forma de saberlo.

¿Cómo reaccionan los físicos ante esta situación de incertidumbre?

Como le decía, estamos divididos en dos. Una parte de ellos piensa: “Dios mío, ¿cómo vamos a hacer ahora, sin una guía como lo fue el Modelo Estándar, que nos diga lo que tenemos que buscar?”. Están perdidos, como un niño acostumbrado a la seguridad que le dan sus padres y que de pronto se encuentra solo en el mundo. El otro grupo, al que yo pertenezco, estamos realmente excitados ante esta situación de incertidumbre y en la que todo es posible. Como científicos, sabemos que antes o después sucederá algo que lo cambiará todo. No sabemos cuándo, ni cómo, ni en qué área de la Ciencia se va a dar ese hallazgo, pero habrá un momento en el que esa nueva teoría surgirá y tengamos que comenzar de nuevo.

Lo cual nos lleva a la próxima generación de aceleradores. Hasta ahora, esas máquinas se diseñaban de una forma concreta y con objetivos concretos, pero ahora ya no es posible seguir haciendo eso...

Hay cosas concretas que sabemos que hay que medir, y que sin nuevos aceleradores más potentes no será posible hacer. Tenemos que hilar más fino dentro del propio Modelo Estándar, dotarlo de una mayor precisión. Para ello podemos usar la fuerza bruta, aumentando la energía de colisión y observando lo que sucede. Por ahora, en el LHC no hemos visto nuevas partículas muy masivas, como deberían ser las supuestas partículas súper simétricas previstas por la teoría SUSY, y puede que nunca lleguemos a verlas. Entonces construiremos una máquina nueva capaz de explorar regiones energéticas que antes no estaban a nuestro alcance. Con un acelerador de 100 TeV (el actual LHC llega a 13 TeV) puede que aparezcan las primeras partículas súper simétricas. O puede que no. Esa es la parte mas arriesgada y difícil. Pero hay otra parte más fácil. Y es que sabemos

con certeza que con una nueva máquina de esa potencia, podremos producir con facilidad no uno, sino cientos de millones de bosones de Higgs, y estudiar así al detalle todas sus características, que hoy no conocemos. Comprender si hay más de un tipo, si se trata de una partícula elemental o si por el contrario tiene una estructura interna... Es decir, hay cosas que sabemos que hay que hacer, pero no podemos garantizar ningún descubrimiento.

Imaginemos que, por ejemplo, no hay ningún descubrimiento nuevo en toda una década. Seguiría estando garantizada la financiación del CERN?

Esto es como la exploración espacial. Cuando se construye un nuevo telescopio, como el James Webb, que va a sustituir al Hubble y que cuesta 23.000 millones de dólares, nadie sabe a ciencia cierta lo que podrá descubrir. Ya pasó con el Hubble, que ha ido mucho más allá de lo que sus constructores habían previsto. Estamos hablando de exploración, y hay que aceptar los riesgos que eso conlleva. Seguro que encontraremos cosas nuevas, pero no podemos garantizarlo. Europa es líder en este campo y debe seguir siéndolo. Cuando yo estudiaba, me tenía que ir a Estados Unidos para aprender física de partículas. Ahora hay 1.500 físicos norteamericanos trabajando en el CERN.

Aunque sea difícil predecirlo, ¿Cuál será, en su opinión, el próximo gran descubrimiento?

Personalmente, me intriga mucho la materia oscura, y sería todo un sueño poder encontrarla en el LHC. Aunque en teoría es posible, si lo consiguiéramos sería un triunfo enorme. Es como buscar algo en el lecho de un río, hay que mirar debajo de cada piedra. Pero algo más intrigante todavía ha llegado tras el hallazgo de las ondas gravitacionales. Si se consiguiera mejorar la sensibilidad de los interferómetros y hacerlos mil veces mejor que los actuales, cosa que será posible en las próximas dos décadas, lograremos detectar las ondas gravitacionales primordiales, las que generó el Big Bang. Me vuelve loco la idea de que a nuestro alrededor todo el espacio sigue aún vibrando debido a aquella explosión inicial. Y el que logre detectar esta sutil y casi imperceptible vibración podrá contarnos mil cosas nuevas sobre el Universo, y quizá resolver alguno de los misterios que aún nos quedan por comprender.

¿Cómo cuáles?

Por ejemplo, existe la posibilidad de que el bosón de Higgs sea el inflatón, la partícula escalar responsable de la inflación, una fase fundamental del nacimiento del Universo. Pero no tenemos datos experimentales que sostengan esa idea, no podemos demostrarlo. Esos datos, sin embargo, podrían llegar de un análisis más detallado de la radiación cósmica de fondo, el “eco” que aún queda del Big Bang. Si se encontraran también las ondas gravitacionales del Big Bang, tendríamos dos aproximaciones diferentes, y quizá podríamos saber si el bosón de Higgs, o un pariente cercano, tuvo que ver en el proceso.

Materia oscura, inflación... ¿Qué hay del problema de la antimateria?

Esa es otra de las cuestiones más interesantes. Pensamos que al principio del Universo surgió la misma cantidad de materia que de antimateria, algo necesario para que la energía total siga siendo cero, pero todo lo que observamos a nuestro alrededor está hecho de materia. ¿Dónde está la antimateria que falta? ¿Cómo se puede explicar este desequilibrio? Hay dos líneas de investigación en curso. La primera busca directamente fuentes de antimateria en el espacio, partículas, estrellas o incluso galaxias enteras hechas de antimateria. Y por ahora no se ha encontrado nada. La segunda trata de localizar alguna pequeña asimetría en la desintegración de la antimateria que pudiera favorecer la sobreabundancia de la materia ordinaria. Hemos encontrado, de hecho, algunas de esas asimetrías, pero son demasiado pequeñas como para explicar la desaparición de la antimateria del Universo. Pero con el hallazgo del Higgs en 2012 ha surgido una nueva posibilidad.

¿Y cuál es esa posibilidad?

Para comprenderlo hay que volver al origen del Universo, hasta apenas una centésima de una milmillonésima de segundo después del Big Bang. Ha sucedido la inflación, el Universo se enfría y el bosón de Higgs, que ya no puede vivir en libertad, cristaliza, se hace material, forma el campo escalar que da masa a todo el resto y el Universo empieza a convertirse en lo que es hoy. Algunos piensan que el misterio de la antimateria podría estar oculto precisamente allí, en ese instante. Justo después de la inflación, el Universo ha pasado de ser un simple punto a tener un volumen de 10 elevado a 25 cm. Mil veces más pequeño de lo que es ahora, pero ya muy grande. Se trata de un vacío lleno de partículas que aún no tienen masa. Pero entonces el Higgs cristaliza y empieza a conferir masa a todas las partículas. El proceso no es instantáneo, ni se produce en todas partes a la vez.

Podríamos imaginarlo como pequeñas burbujas que van surgiendo aquí y allá y en las que el Higgs cristaliza y va dotando de masa a las partículas. Pequeñas burbujas en medio de un enorme vacío. Burbujas que se multiplican, se fusionan y al final llegan a ocuparlo todo. La discusión científica está en determinar si esa transición de fase se produjo de forma rápida, o si por el contrario fue lenta y gradual. Si fue rápida, podría suceder que en las superficies de todas esas burbujas, donde el Higgs está dando masa a las partículas, el bosón tenga una ligera preferencia por la materia ordinaria. Si así fuera, esa pequeña asimetría se habría generalizado y habría dado lugar, después, a una prevalencia de la materia sobre la antimateria. Pero si por el contrario la transición de fase fue lenta, entonces esa preferencia no habría tenido efecto, porque habría habido tiempo suficiente para que se corrigiera. Averiguar cuál de las dos posibilidades es la correcta es una de las tareas para el próximo acelerador de 100 Km (el actual tiene 27) que sustituirá al LHC en el futuro. Con el acelerador actual no tenemos energía suficiente para “descongelar” el Higgs. Disponemos justo de la cantidad necesaria para que se manifieste. Pero con el próximo acelerador, podremos “descongelar” al Higgs, llevarlo fuera de su equilibrio, y dejar después que vuelva a congelarse para ver cómo lo hace. Así averiguaremos si, efectivamente, muestra alguna preferencia por la materia sobre la antimateria. Al principio de la entrevista, me preguntaba usted qué había cambiado. Este es un ejemplo. Hace solo cinco años una discusión como esta era absolutamente impensable.

¿En qué trabaja actualmente?

Sigo en el CMS, aunque ya no soy el responsable del experimento. Lo que hacemos es “pulir” el bosón de Higgs, afinar los cálculos, perfeccionar lo que sabemos sobre él y determinar, como le he explicado, qué nuevos conocimientos vamos a poder conseguir tras su descubrimiento. Cuando era responsable del CMS, mi vida era infernal. Tenía que estar siempre pendiente de todo, cualquier problema era mi problema... Ahora, como consejero, no tengo que tomar mil decisiones cada día y me divierto mucho más. Puedo desarrollar mis ideas y ponerlas en práctica.

En la calle, muchos se preguntan por la utilidad práctica de todas estas investigaciones. ¿Para qué nos van a servir? ¿Cómo va a afectar todo esto a nuestra vida diaria?

No lo sabemos. Pero piense en lo siguiente: Cuando yo era estudiante, en los años 50, los láseres eran algo exclusivo de los laboratorios. Y hoy los utilizan hasta las

cajeras del supermercado para leer los precios de lo que compramos. Y así con miles de otras cosas. A veces, con amigos, nos divertimos especulando cómo podríamos utilizar de forma práctica el bosón de Higgs. Y una noche, después de una cena, pensamos en la posibilidad de hacer una especie de jaula de Faraday para el bosón. Como sabe, una jaula de Faraday evita que el campo electromagnético penetre en su interior. Si pudiéramos hacer algo parecido para el Higgs, lograríamos que todas las partículas de su interior perdieran su masa y se movieran a la velocidad de la luz. Así que podríamos instalar ese mecanismo en el extremo de un cohete, que podría viajar a la velocidad de la luz “abriendo” un surco en el campo escalar que llena todo el Universo, igual que si se estuviera abriendo paso a través del agua. Por supuesto, no fue más que un juego, pero imagine que algo así se pudiera hacer de verdad... De todas formas, y hablando en serio, estoy seguro de que dentro de 30, o de 50 años, alguien encontrará aplicaciones industriales para el Higgs que hoy no podemos siquiera imaginar.

Fuente: http://www.abc.es/sociedad/abci-estamos-principio-algo-siquiera-podemos-imaginar-201702101757_noticia.html

Fotografía: ABC

Fecha de creación

2017/02/16