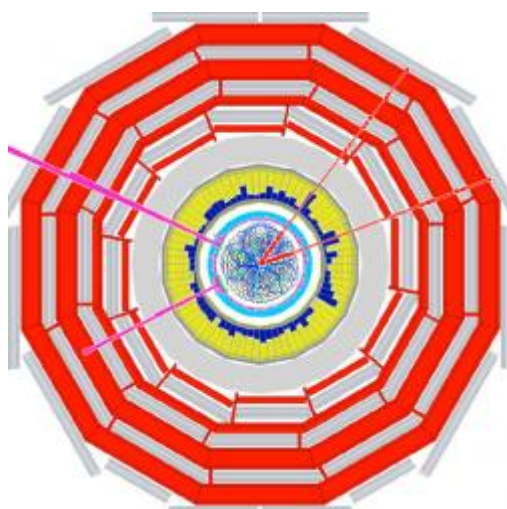


El vacío y la nada

Físicos en el LHC y cosmólogos de todo el mundo se enfrentan a estos conceptos

ALVARO DE RÚJULA 24/09/2008

Saquemos los muebles de la habitación, apaguemos las luces y vayámonos. Sellemos el recinto, enfriemos las paredes al cero absoluto y extraigamos hasta la última molécula de aire, de modo que dentro no quede nada. ¿Nada? No, estrictamente hablando lo que hemos preparado es un volumen lleno de vacío. Y digo lleno con propiedad. Quizás el segundo más sorprendente descubrimiento de la física es que el vacío, aparentemente, no es la nada, sino una sustancia. Aunque no como las otras...



Simulación de cómo el detector CMS del LHC vería una colisión protón-protón vista en el plano transversal a los haces de protones, extendida a las partes más externas del detector. Las trazas rojas son reconstrucciones de las trayectorias de los muones y las columnas de color rosa reflejan la energía de los electrones, medida por una sección específica del CMS.- CERN-CMS

Si investigamos es porque no sabemos la respuesta y la naturaleza sí.

A inicios del pasado siglo, Einstein creía que el Universo era estático. Preocupado por el hecho de que tendría que colapsarse -debido a la atracción gravitatoria de cada galaxia sobre las demás- se le ocurrió una peregrina idea: añadir a sus ecuaciones la Constante Cosmológica. La interpretación moderna de esta extraña intrusa es que se trata de la densidad de energía del vacío, también llamada energía oscura, quizás para acercar ciencia y ficción, o quintaesencia, para darle un toque alquimista a la cosa. Todo lo que tiene energía ejerce una acción gravitatoria, pero la energía del vacío, a diferencia de cualquier otra, puede ser repelente. Lo que Einstein proponía es que dos volúmenes de vacío cósmico se repelerían exactamente tanto como se atraen las galaxias que contienen, resultando en un equilibrio difícil de creer e inestable.

Un buen día Einstein se enteró de que el universo estaba en expansión. Así lo demostraba la fuga de las galaxias, observada por Edwin Hubble y otros. O más bien por otros y Hubble: a menudo en la ciencia lo importante no es ser el primero, sino el último, que es quien se lleva la fama (como en otros campos; véanse Colón y los vikingos, o los indios que ya estaban allí). Inmediatamente, el tío Albert calificó su idea como el mayor patinazo de su vida.

Recientes observaciones cosmológicas indican que el universo está en expansión acelerada. Las galaxias no se comportan como flechas, sino como cohetes a los que algo empujara. La analogía no es buena, porque el concepto es difícil. Las galaxias no se fugan, están ya estabilizadas por su propia gravedad y tienen un tamaño fijo. Pero el espacio (o el vacío) entre ellas, se estira. Es como si alguien tomase la Tierra por un globo y la inflara: mañana estaría Barcelona aún más lejos de Huelva. Quién infla el universo sería la densidad de energía del vacío. El vacío sería pues una sustancia activa, capaz de ejercer una repulsión gravitacional, incluso sobre sí mismo. No fue un error, sino un golazo de Einstein.

La Constante Cosmológica presenta un aspecto tranquilizante. Si domina la dinámica del universo ahora, lo hará en el futuro durante muchísimo más tiempo que los meros 14.000 millones de años transcurridos desde que este cosmos nuestro nació. Un bebé bien pertrechado, con sus propios espacio y tiempo y hasta su propio vacío, que -según la muy bien confirmada relatividad de Einstein- nacieron con él. La actual inflación del universo implica, permíteme el galicismo, que no se nos va a caer el cielo encima. Mala noticia para futuros cosmólogos. Las galaxias distantes estarán tan lejos que no podrán ni verlas. Tendrán que estudiar cosmología en libros de historia.

Si el vacío contiene algo de lo que no lo podemos vaciar (su densidad de energía), quizás ese algo pueda hacer algo más. Al menos eso supusieron, hace décadas ya, Peter Higgs y otros. U otros y Higgs, podría de nuevo argüirse; lo que no haré. La sustancia del vacío, llamada en el variopinto lenguaje de los físicos un campo que lo permea, podría interactuar con las partículas que allí estén. E interactuar de modo distinto con cada tipo de partícula, generando así sus masas, que hacen que sean como son. Ése es el origen de las masas en el Modelo Estándar de las partículas elementales, que explica con éxito insoportable sus otras propiedades e interacciones no gravitatorias. Dije insoportable porque a los científicos nos soliviantan más las preguntas que las respuestas.

La sustancia del vacío daría así contestación a dos muy candentes cuestiones de la física, una en el extremo de lo más grande -el cosmos- y otra en el de lo más diminuto, las partículas elementales que -por definición- son tan pequeñas que, si tienen partes, no lo sabemos.

He empleado algunos condicionales porque no todo lo que he escrito está ya probado observacionalmente de manera irrefutable. ¿Por dónde van hoy los tiros? Los cosmólogos tienen proyectadas muchas observaciones para averiguar si la expansión acelerada del universo se debe a la energía del vacío, tal como la intuyó Einstein, o a algo que sólo se le parece. Los particulareros están poniendo en marcha el Large Hadron Collider (LHC) del CERN para, entre otras razones, estudiar el vacío a lo bestia: sacudiéndolo.

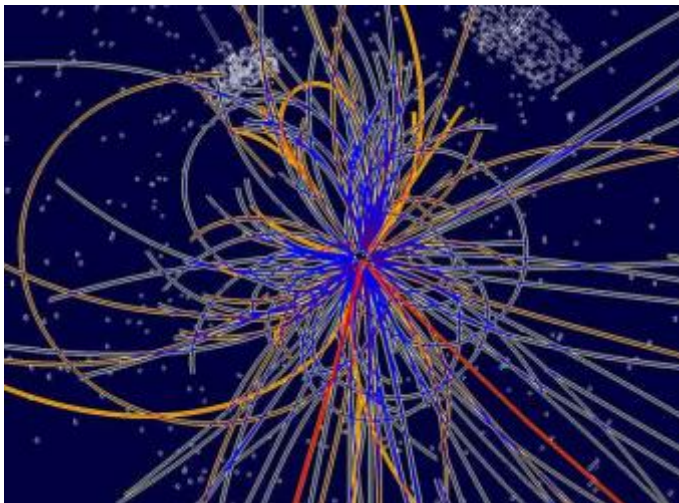
Al sacudir una sustancia cualquiera, vibra. Las vibraciones de campos eléctricos y magnéticos, por ejemplo, son la luz. A un nivel elemental, las vibraciones son cuantos, entes que pueden comportarse como ondas (u olas) o como partículas (o canicas): fotones, en el caso de la luz. Si el vacío es una sustancia, la podemos también hacer vibrar. Basta sacudirla, como hará el LHC, con energía suficiente como para transformar la energía de sus colisiones en partículas de Higgs que, si existen, tienen una masa elevada... y $E=mc^2$, alguien dijo.

La partícula de Higgs -el vacilón, podría decirse en castellano- es una vibración del vacío, no en el vacío, como las demás. Sería, pues, lo nunca visto. Aún así, Higgs preferiría que no bautizaran a su partícula *goddamned particle* [partícula maldita] o *God particle* [partícula divina], adjetivos poco científicos.

El vacío siempre fascinó a los físicos. Hace un siglo se trataba del éter, la interpretación del vacío como la trama del espacio absoluto, que la teoría de la relatividad envió al garete. El éter no estaba apoyado por ninguna teoría decente. Un siglo después, las nuevas teorías del vacío son lo más razonable y mejor comprobado que tenemos. Pero hay un pequeño gazapo en lo que he dicho. Creemos entender el Modelo Estándar suficientemente bien como para estimar cuánto el campo de Higgs debería de contribuir a la densidad de energía del vacío observada por los cosmólogos. El resultado es unos 54 (¡cincuenta y cuatro!) órdenes de magnitud superior a las observaciones. Tiene su mérito incurrir en tamaña contradicción.

Si investigamos es porque no sabemos la respuesta y la naturaleza, sí: las cosas son como son. El vacío es lo que mejor no entendemos. Ni siquiera comprendemos aún a fondo la diferencia -haberla hayla- entre el vacío y la nada.

Álvaro de Rújula es físico teórico del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN).



Simulación de cómo el detector CMS del LHC vería una colisión protón-protón que produce muchas partículas, incluyendo una de Higgs, que se desintegra en dos *electrones* (un electrón y un positrón, su antipartícula) y dos *muones* (en el mismo sentido).- CERN-CMS

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.