

CIENCIA

Las partículas de espacio y de tiempo



JOSÉ ANTONIO LOZANO TERUEL

La American Association for the Advancement of Sciences es la mayor organización mundial de científicos. En su reunión anual de 1993 una de las intervenciones que levantó más interés fue la de la física Fotini Markopoulou Kalamara, del Perimeter Institute for Theoretical Physics, quien trató de los conceptos de átomos o partículas de espacio/tiempo.

En realidad, según sus propias palabras «espacio y tiempo no se corresponden en absoluto con nuestras nociones intuitivas cotidianas del espacio tridimensional que nos rodea o del tiempo de nuestros relojes; los científicos desean lo que realmente son el espacio y el tiempo, aunque todavía no lo sabemos». Otro científico, Lee Smolin, en un reciente artículo recogido en la revista *Investigación y Ciencia*, escribe

«percibimos el espacio y el tiempo como si fueran continuos, pero si la teoría de la gravedad cuántica de bucles fuera correcta, estarían formados por elementos discretos». Para

Espacio y tiempo no se corresponden con nuestras nociones intuitivas cotidianas del espacio tridimensional o el tiempo de los relojes

conocer la situación será importante que recordemos algunos fundamentos del mundo macroscópico y del cuántico.

Einstein

Las dos teorías sobre las que se basa nuestro conocimiento sobre lo grande y lo pequeño del universo son la macroscópica de la relatividad general (Einstein) y la mecánica cuántica (Planck) del mundo cuántico microscópico.

Todos recordamos la teoría de la gravedad de Newton, de que los cuerpos con masa se atraen. De acuerdo con la teoría de Newton las fuerzas gravitacionales son instantáneas, de modo que si moviéramos al sol ahora, sentiríamos el cambio de la fuerza gravitacional inmediatamente aquí en la tierra. La relatividad, por otra parte, dice que la información no puede viajar más rápido que la luz. Así que si movemos al sol, sólo podríamos sentir el efecto en la tierra después de 8 minutos, el tiempo que le toma a la luz viajar del sol a la tierra.

Einstein se dio cuenta de que había una contradicción entre la relatividad y la teoría de Newton y para resolverla propuso que el



espacio-tiempo es curvo. Así, pues, el sol curva el espacio-tiempo y la tierra se mueve a lo largo de una trayectoria que es la línea de menor longitud. Una descripción clásica del espacio-tiempo y de las partículas moviéndose sería la analogía de una mesa de billar rígida donde las bolas se mueven. La teoría de Einstein equivale a reemplazar la mesa de billar por una membrana elástica. Una bola de billar muy pesada (el Sol) deformaría la membrana elástica y si tiramos otra bola (la Tierra), se siente atraída y su trayectoria estaría determinada por la forma de la membrana elástica. De hecho, aun si no hubiera ninguna bola la membrana elástica podría oscilar y las ondas se propagarían. En el espacio-tiempo pueden haber ondas gravitatorias, que han podido ser medidas indirectamente.

Planck

En el año 1927 Heisenberg formuló el principio de incertidumbre que afirmaba que es imposible especificar con exactitud y al mismo tiempo la posición y el momento lineal de una partícula, es decir, no se puede medir la posición de una partícula sin causar una perturbación en su velocidad. Este principio fue fundamental para el desarrollo de la mecánica cuántica en la que los caracteres ondulatorio y corpuscular de la radiación electromagnética pueden interpretarse como dos propiedades complementarias de la radiación.

En la mecánica newtoniana se maneja una constante de gravitación universal, G . La teoría de la relatividad descansa sobre otra constante, c , la velocidad de la luz. Y para describir los efectos cuánticos es esencial otra constante, h , la constante Planck. El propio Max Planck (1848-1957) se dio cuenta que ciertas combinaciones entre esas constantes nos podían proporcionar magnitudes de espacio o de tiempo. Por ejemplo, la raíz cuadrada del cociente entre G y el producto de h por

el cubo de c es una unidad de longitud tan pequeña que se necesitarían un millón de billones de billones de ellas para que equivaliesen a un centímetro. ¿Se trataría de la unidad cuántica de espacio?. Del mismo modo la raíz cuadrada del cociente entre G y el producto de h por la quinta potencia de c es una unidad de tiempo de la que se necesitarían cien millones de billones de billones de billones para sumar un segundo. ¿Sería una unidad cuántica de tiempo?.

Gravitación cuántica

La teoría cuántica de la materia también se puede aplicar, con buenos resultados a los objetos grandes macroscópicos, pero es imposible saber si la teoría de la relatividad general de Einstein funciona en el mundo microscópico. En realidad la fuerza de la gravedad es muy débil. Por ejemplo, nosotros somos capaces de levantar verticalmente nuestros brazos venciendo a toda la fuerza gravitatoria que sobre ellos ejerce la Tierra entera. Es muy difícil medir en el laboratorio la debilísima fuerza de la gravedad en cuerpos muy pequeños y, por otro lado, la gravedad, en la descripción de Einstein, es muy extraña. No es una fuerza sino una deformación geométrica del espacio-tiempo.

Uno de los mayores retos de la física teórica es la de elaborar una teoría general que explique tanto el microcosmos como el macrocosmos. Para ello, se necesitaría una teoría cuántica de la gravitación que fundiese en una sola la mecánica cuántica con la teoría general de la relatividad. Por analogía con otros conceptos físicos y para conseguir la gran teoría unificadora general de la materia, ello supondría que la interacción gravitacional se debe transmitir mediante gravitones. Estos gravitones serían, si esa idea fuera correcta, partículas sin masa, que viajarían a la velocidad de la luz entre un cuerpo y otro transportando la gravedad. Todavía no se ha detectado un

ACRILAMIDA

En junio del año 2000 los medios de comunicación se hicieron eco del hallazgo de concentraciones elevadas del cancerígeno acrilamida en patatas fritas y otros alimentos (véase http://canales.laverdad.es/cienciaysalud/5_3_7.html). Ahora, la agencia americana FDA anuncia la presencia de niveles elevados de acrilamida, que se desconoce si afectan adversamente a la salud, en otros alimentos tales como chocolatinas, pollos fritos, zumo de ciruela embotellado y aceitunas negras.



gravitón, pero a los físicos tampoco les sorprende esto mucho, por la extrema debilidad de la fuerza de la gravedad que dificulta su identificación.

Pero existen datos esperanzadores. Algunos autores interpretan las observaciones de las explosiones estelares de rayos gamma acordes a lo que sería previsible por la gravitación cuántica. Otros creen que la solución radicará en el desarrollo de la teoría de las supercuerdas, una versión más refinada de la anterior teoría de las cuerdas. Otra alternativa muy interesante es la de la gravedad cuántica de bucles, que predice que el espacio está formado por granos, el menor de los cuales sería como un cubo cuya arista fuese la longitud de Planck (10 elevado a la potencia menos 33), mientras que el tiempo transcurriría a lapsos o saltos semejantes al que antes denominábamos como unidad cuántica de tiempo, es decir 10 elevado a menos 43 segundos.

¿Se podrá demostrar ello en el futuro?. Como recuerda la física Markopoulou Kalamara: «Hoy sabemos que la materia está compuesta de átomos. Hace un siglo los científicos lo desconocían y dudaban de que ello pudiera ser comprobado alguna vez. Posiblemente esta misma situación es similar a la actualmente existente respecto al tiempo y al espacio».

CAFÉ

El grupo investigador finés liderado por el Dr. Tuomilhehto ha confirmado resultados previos de otros grupos demostrativos de que el consumo de café está inversamente relacionado con el riesgo de sufrir diabetes de tipo 2. Finlandia es el país del mundo con mayor consumo per capita de café. Se cree que el metabolismo de la glucosa puede ser afectado por componentes del café tales como el ácido clorogénico y otros polifenoles.



CALVICIE

Células madre o troncales contra la calvicie?. En el número de abril de la revista NATURE BIOTECHNOLOGY una investigación demuestra, en ratones, que las células troncales son capaces de regenerar nuevo pelo y folículos capilares tras implantarlas en la piel del animal. Las células troncales de los folículos pilosos se aislaron a partir de ratones transgénicos.

