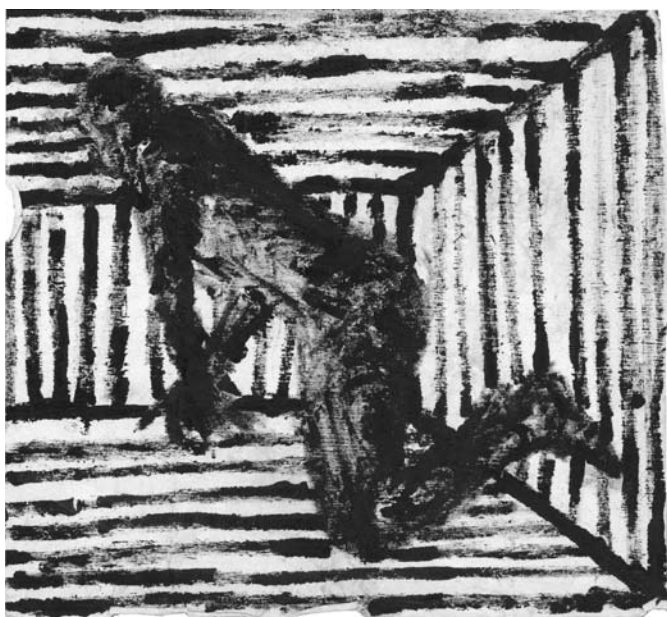


La teoría de supercuerdas: ¿la respuesta final?

Orlando Guzmán



Wheeler acabó de subir el tramo de escalera en silencio. Respiré con alivio cuando lo vi ya arriba. Entonces se echó de nuevo el bastón al hombro, de nuevo lo convirtió en su lanza, y murmuró sin mirarme, halagado, mientras giraba a la izquierda para desaparecer de mi vista:

—Qué tontería. Una gran idea.

Javier Marías, *Tu rostro mañana*

CON LAS RECIENTES NOTICIAS en el mundo de la física, cabe preguntarse si estaremos más cerca de realizar el sueño de Albert Einstein, en el sentido de que pronto tendremos una teoría que reconcilie nuestras ideas de lo muy pequeño (la mecánica cuántica) con nuestras ideas de lo muy vasto (la teoría de la relatividad general). Algunos científicos llaman a esto “teoría de todo” o “teoría final”.

En este artículo trataré de explicar por qué una de las candidatas al estatus de teoría de todo (la teoría de supercuerdas) no me parece una solución completa. En el proceso, me referiré a algunos libros y artículos de divulgación que tratan el tema y trataré de resaltar algunas de los puntos esenciales presentados en esos libros. Quiero aclarar que, a pesar de que mi disciplina es la física, no soy un especialista en teoría de supercuerdas y que lo que escribo proviene casi por completo de la bibliografía de divulgación.

La teoría de supercuerdas se ha revelado como una seria candidata para unificar las bellas ideas de Einstein acerca de la gravedad, el espacio y el tiempo con las extrañas pero no menos interesantes ideas de Heisenberg, Schrödinger y compañeros sobre los componentes microscópicos de la materia. Hablando de libros de divulgación, Brian Greene expone de manera accesible y amena la teoría de supercuerdas en su reciente libro, *The Elegant Universe* (Vintage Books, 2000; *El universo elegante*, Crítica, 2001). Dicho libro fue transformado en un especial para televisión de la serie Nova, y ahora está a la venta como DVD (<http://www.pbs.org/wgbh/nova/elegant/>).

En *El universo elegante* Brian Greene nos recuerda que hasta la fecha la imagen dominante de los objetos fundamentales de la naturaleza es la de partículas puntuales, caracterizadas por unos pocos atributos tales como la masa y la carga. Por ejemplo, nos hemos acostumbrado a pensar en los electrones como partículas con carga eléctrica $-e$ y masa m_e .

Sin embargo, la mecánica cuántica nos informa que, “en realidad”, las partículas elementales son un tanto borrosas, porque tienen asociada una incertidumbre fundamental: si queremos averiguar en dónde se encuentra un electrón (o

para el caso, cualquier otra partícula), por fuerza tendremos que interactuar con él.

El ejemplo por excelencia es decir que vamos a iluminar un electrón, o sea, que vamos a hacer interactuar al electrón con uno o más fotones. Siguiendo este proceso veremos que una vez que el fotón interactúa con el electrón vamos a perder la información de para dónde y qué tan rápido va cada partícula. A la inversa, si queremos determinar con precisión para dónde va el famoso electrón, a la hora de “interrogarlo” vamos a perder la información sobre dónde se encuentra. Todo esto tiene consecuencias cuando se quiere hacer casar la teoría cuántica con la relatividad general.

La teoría de la relatividad general es una teoría de la gravitación. Una de las ideas básicas es que la gravitación es una manifestación de las propiedades geométricas del espacio-tiempo. Y la otra idea básica es que la distribución de la energía (o, equivalentemente, la masa) en este espacio-tiempo es lo que dicta la geometría. Es aquí donde aparece el problema: cuando uno intenta describir el espacio-tiempo en escalas muy pequeñas (digamos, distancias del orden de 10^{-33} cm, la llamada longitud de Planck), la mecánica cuántica mete su cuchara para “emborronar” el espacio-tiempo a través de fluctuaciones o distorsiones de su geometría. El problema consiste en que dichas distorsiones tienen una energía que es mayor mientras menor sea la escala que tratamos de describir. Es decir, si uno trata de describir el espacio-tiempo en escalas cada vez más pequeñas con las teorías convencionales, el resultado es una catarata de infinitos y sinsentidos. Bueno, por lo menos eso era hasta hace poco tiempo, hasta la llegada de la teoría de supercuerdas.

¿Y cómo resuelve dicha teoría el problema de las escalas arbitrariamente pequeñas? Elemental, mi querido Einstein: en esta teoría los objetos primordiales no son partículas puntuales, sino objetos con un tamaño finito. Se trata de diminutas cuerdas hechas de..., ¡ejem!, bueno, Steven Weinberg lo ha descrito mejor en el libro *Elementary Particles and the Laws of Physics* (Cambridge, 1999):

Voy a describir sólo una clase de cuerdas porque quiero mantener la discusión tan simple como pueda. Una cuerda de esta clase es un pequeño lazo de discontinuidad en el espacio-tiempo, un pequeño defecto en el espacio-tiempo que forma un lacito. Éste se encuentra bajo tensión y vibra, igual que una cuerda ordinaria, en un número infinito de modos. A cada modo lo reconocemos como una especie diferente de partícula. Existirá el modo más bajo, el cual es la partícula de menor masa, y el siguiente modo será el de la masa siguiente, etcétera.

La idea es que al postular que las supercuerdas no pueden ser arbitrariamente pequeñas se le da la vuelta al problema original: ya no se necesita (ni tiene sentido) hablar de distancias infinitamente pequeñas.

Por supuesto, las famosas supercuerdas son bastante extraordinarias y dan lugar a nuevas y asombrosas ideas: para empezar deben de existir en más de cuatro dimensiones, tal vez en diez u once dimensiones, en total. Estas dimensiones extra abren una gran cantidad de posibilidades interesantes. Por una parte, está la cuestión de por qué no observamos estas dimensiones en la vida diaria. Una posible respuesta es que, a diferencia de las familiares dimensiones de arriba, adelante y al lado, las dimensiones extra son extremadamente pequeñas: están “compactadas”.



PATRICIA HENRÍQUEZ

Una analogía sacada de *El universo elegante* nos permitirá explicarnos mejor: si una hormiga hiciera equilibrio sobre un largo cable, para decir dónde se encuentra nos bastaría dar una sola coordenada; diríamos que la hormiga vive en un universo unidimensional. Pero esto no es exacto, ya que la hormiga tiene a su disposición una dimensión extra, a lo largo de la superficie del cable. De lejos nos sería imposible observar esta dimensión “compactada”.

Otra consecuencia interesante de las dimensiones extra es que su existencia debe alterar leyes casi sacrosantas de la física, por ejemplo, la ley de la inversa del cuadrado para la atracción de la gravedad (descubierta por Newton), $F \sim 1/r^2$. En efecto, si el espacio-tiempo tiene d dimensiones espaciales, la gravedad (en escalas muy pequeñas) diferirá de esta famosa ley y observaremos $F \sim 1/r^{d-1}$.

Algo emocionante es que con todos los experimentos realizados hasta la fecha sólo podemos asegurar que la ley de la inversa del cuadrado es correcta sólo para distancias mayores que unos pocos milímetros. Nuevos experimentos que están siendo llevados a cabo en estos momentos tratarán de descubrir las dimensiones extra, precisamente buscando desviaciones a la ley de la inversa del cuadrado. Hablando de estos esfuerzos, el artículo de Arkani-Hamed, Dimopoulos y Dvali, “Las dimensiones no observadas del universo”, en el número especial sobre cosmología de *Scientific American* (2002) contiene referencias a los equipos de investigación que realizan dichos experimentos.

Todo esto parece muy satisfactorio: algunos físicos están pensando que, a más tardar en unas pocas décadas, dispondremos de una teoría final. Lee Smolin, en el prólogo a su libro *Three Roads to Quantum Gravity* (Basic Books, 2001) considera que “no hay problema que represente mayor reto en la ciencia que completar esta teoría”.

Sin embargo, no puedo evitar pensar que los sobrenombres de “teoría final”, “teoría de todo”, o “el mayor reto de la ciencia” son inadecuados. Me explicaré mejor: la física es

una ciencia cuyo objeto de estudio son sistemas relativamente simples, los más accesibles a describir mediante los métodos matemáticos de que disponemos actualmente. Incluso si llegamos un día a tener entre las manos una teoría completa de las supercuerdas (o lo que a final de cuentas resulte ser “el componente último de la naturaleza”), esa teoría no va a predecir de inmediato moléculas de ADN, ni la existencia de perros o gatos. Tampoco nos va a decir nada sobre indocumentados o los foros de Porto Alegre. Para ponerlo en forma de metáfora o analogía, si alguna vez tenemos una teoría de todo será como haber recibido por correo un tablero de ajedrez y una hoja de instrucciones que describa las piezas y las reglas: habremos llegado al comienzo de un largo, largo entrenamiento para saber cómo poder jugar el juego.

Pero, precisamente porque las soluciones a muchos de nuestros problemas e interrogantes en todos los ámbitos de la ciencia y de la existencia parecen muy lejanas, a algunos de nosotros nos atrae la posibilidad de que se averigüe, de una vez por todas, de qué esta hecho el universo. •

ORLANDO GUZMÁN es profesor-investigador del Departamento de Física de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.



PATRICIA HENRÍQUEZ