

# Cuerdas, branas y dimensiones

Joaquín González Álvarez

***Una panorámica analítica y crítica a nivel elemental de lo esencial de la Teoría de las Cuerdas y sus derivaciones, a la vez que se insiste en el carácter de hipótesis de toda teoría aunque posea la necesaria lógica interna.***

## Introducción

Cuerdas, branas, dimensiones y otros conceptos que *proponen* los físicos aparecen constantemente en la literatura científica actual, constituyendo el fundamento de las teorías que se *proponen* la búsqueda de una única teoría que logre explicar las cuatro fuerzas de la naturaleza, la gravitatoria, la electromagnética, la nuclear fuerte y la débil, como casos particulares de una sola fuerza unificada.

He utilizado dos veces la palabra *proponen*, porque todos los conceptos todavía no confirmados en la práctica, sólo son proposiciones, así como las teorías aún las mas lógicamente estructuradas, sólo son hipótesis para tratar de irse acercando a lo que llamamos realidad. La historia de la ciencia ha mostrado, y de qué manera, que mediante esa metodología, la ciencia ha marchado y sigue marchando exitosamente

## Espacio

Se ha ido modificando el concepto de dimensión y la idea del número de dimensiones del universo. Se entiende bastante bien que para situar un punto en el espacio son necesarias tres coordenadas o distancias a tres planos de referencia arbitrariamente escogidos. Tomando por ejemplo como referencia los planos que conforman la esquina de una habitación: dos paredes y el piso, la posición de un punto en el espacio quedará determinado por tres coordenadas: las distancias a las dos paredes y la distancia al suelo, Es por eso que se dice que el espacio tiene tres dimensiones, las cuales se denominan coordenadas espaciales.

En las Teorías de la Relatividad de Albert Einstein, se necesita no sólo situar puntos en el espacio, se necesita situar sucesos. Un suceso es estar un objeto en determinada posición dada por las tres coordenadas espaciales a determinada hora y día. De modo que un suceso necesita de las tres coordenadas espaciales y además una cuarta coordenada: el tiempo. Como todo lo que existe, existe en una posición y un tiempo, se dice que todo transcurre, existe, en el espacio-tiempo y que éste tiene cuatro dimensiones: las tres espaciales y el tiempo, constituyendo lo que se llama el espacio de Minkowski. Es el espacio de Minkowski un punto representa un suceso y una serie de sucesos relacionados con un hecho describen una línea llamada línea de universo.. En la Teoría General de la Relatividad de Einstein, la fuerza de la gravedad se explica (geometrodinámica) por la alteración que en la geometría del espacio-tiempo, ejerce una masa al producir en éste una hondonada siguiendo la cual otra masa se mueve hacia él.

A escalas microscópicas aún en el llamado vacío absoluto, se producen fluctuaciones (tercer nivel de colapso según Wheeler) en el espacio-tiempo explicables por el cumplimiento del principio cuántico de incertidumbre que provocan, al producirse procesos de creación/aniquilación de partículas, rugosidades (universo esponjoso) en ese espacio-tiempo incompatibles con la suave ondulación que prevé la Teoría General de la Relatividad, llevando a indeseables infinitos en sus ecuaciones, rugosidades que se detectarían mediante partículas atómicas prácticamente adimensionales, pero que partículas un tanto mayores que la longitud de Planck se deslizarían sobre esas rugosidades sin advertirlas ignorando los molestos infinitos.

## **Teoría de las Cuerdas**

En el desarrollo que ha seguido y sigue todavía, la Teoría de las Cuerdas presentada por Michael Green y John Schwarz, los teóricos de ésta han ido proponiendo la posibilidad de existencia de mas dimensiones que las antes citadas.

Según la Teoría de las Cuerdas, electrones, protones, fotones, etc. no son partículas sino pequeñísimas cuerdas de dimensiones planckianas (con extremos libres o unidos) que, como las cuerdas de los instrumentos musicales tienen una frecuencia fundamental y según el valor de esa frecuencia serán electrones, protones, fotones, etc. Mayor frecuencia se traducirá como mayor energía, mayor tensión. Claro está que esas cuerdas no suenan, pero al igual que la los instrumentos musicales, necesitan caja de resonancia, que para estas cuerdas se las facilitarán distintas conformaciones del espacio-tiempo y para ello es necesario que haya más dimensiones que las antes vistas, para que sea posible que el espacio-tiempo habilite cajas de resonancia para las frecuencias propias de electrones, protones, fotones, etc.

Los fotones son portadores de la fuerza electromagnética. Las otras fuerzas tienen sus portadores, así de las fuerzas nuclear fuerte y la débil ya se han encontrado pero el gravitón, que sería el de la gravedad, no se ha encontrado y uno de los objetivos de la Teoría de la Cuerdas es estudiar las características de ese portador tales como su frecuencia característica. La condición de simetría que los físicos atribuyen a la naturaleza y sus fenómenos los mueve a buscar para la gravedad entidades portadoras o mensajeras de esa fuerza, los gravitones, intuyendo que si las otras fuerzas tienen portadores o mensajeros, la gravedad debe tenerlos también.

Las cuerdas al desplazarse en el espacio de Minkowski van "dejando una estela" que por analogía con las líneas de universo se le denomina superficie de universo.

Einstein, intuyendo la simetría a la que antes me referí, trató de, por medio de alteraciones de la geometría del espacio-tiempo similares a las que antes expuse para la gravedad, explicar la fuerza electromagnética. No lo logró pero la idea la han seguido manteniendo físicos que

comenzando por Theodor Kaluza hasta nuestros contemporáneos han propuesto teorías similares a las de Einstein (geometrización de la física), casi todas proponiendo nuevas dimensiones, cuyo número, en el contexto de la Teoría de las Cuerdas, ya llegan a once: diez espaciales y el tiempo. De esas dimensiones espaciales, sólo las tres del espacio-tiempo de las Teorías de la Relatividad, se han detectado, el resto no posiblemente por encontrarse enrolladas, pero se estudian métodos para lograrlo.

Pienso que quizás las alteraciones de la geometría del espacio-tiempo análogas a las causadas por la masa para la fuerza de la gravedad según Einstein, en el caso de las otras tres fuerzas, sean causadas por los análogos correspondientes en la Teoría de las Cuerdas de la masa y los gravitones para dichas fuerzas al conformar apropiadas cavidades de resonancia para las frecuencias características de esos elementos, cargas eléctricas y fotones para la fuerza electromagnética, y para las fuerzas nucleares fuerte y débil los que a éstas se avengan. Brian Greene en su libro "The Elegant Universe" opina que las cuerdas existieron antes que el espacio-tiempo y que la características espacio-temporales aparecieron como propiedades emergentes (en la terminología de la Teoría de la Complejidad) al unirse en el colectivo que ahora es el espacio-tiempo. Pienso que así las cuerdas electrones, las cuerdas protones y las cuerdas fotones conforman sus propias cajas resonantes produciendo alteraciones en el espacio-tiempo a manera de pasillos a través de los cuales ocurriría la acción electromagnética mediante las cuerdas fotones portadoras o mensajeras siguiendo la trayectoria óptima entre todas las posibles según la formulación de Feynman, alteraciones que vienen a ser el análogo de las hondonadas gravitatorias producidas por las masas y gravitones. Sería una forma de cumplirse lo intuido por el sabio alemán y lo muy ansiado por John Wheeler. Las cuerdas portadoras o mensajeras de campo caracterizan como masas, cargas, etc., a las cuerdas a las cuales "sirven", así los fotones caracterizan a las cargas eléctricas, los gravitones a las masas, etc., y sólo actúan en las interacciones entre las cuerdas a las que caracterizan..

Los físicos Eugenio Calabi y Shing-Tung Yau han propuesto un espacio que cumpla características similares a las que expongo en el párrafo anterior, con seis dimensiones que adquieren formas muy curiosas, las cuales pueden verse en el citado libro "The Elegant Universe", capítulo 8, del cual hay una versión en castellano En los modelos Calabi-Yau, el espacio se concibe como si fuera una bola de plastilina y las deformaciones que explicarían las fuerzas, masas, cargas, etc., consistirían en estiramientos, compresiones, desgarramientos, formación de asas, huecos (la electricidad según la geometrización, se concibe como líneas de fuerza atrapadas en huecos como éstos) cambios de conexidad topológica, etc., en el seno de esa bola plástica. Se demuestra matemáticamente que las líneas de fuerza magnéticas no quedan atrapadas en huecos topológicos por lo que no existen "cargas" magnéticas.

Debe tenerse presente que las cuerdas aunque muy pequeñas. por el contrario de las partículas si tienen longitud por lo que no llegan a ser tan pequeñas como las rugosidades cuánticas de las que antes hablé y en el espacio-tiempo pueden deslizarse sobre ellas sin advertirlas y las ignoran evitando la incompatibilidad entre la Mecánica Cuántica y la Teoría General de la Relatividad a las que antes me referí, según los teóricos de las cuerdas, algo que considero discutible. Lo considero como algo así " que no viendo el peligro, éste no existe". En ese contexto de discutibilidad, considero lo que proponen los teóricos de las cuerdas en el sentido de que los percances del espacio-tiempo debido a fluctuaciones cuánticas, se pueden en los modelos Calabi-Yau, "tapar", con una superficie de universo dejada al desplazarse en el espacio. Otra vez el "si no lo ves, no existe" de la exageración positivista.

El hecho de que el tamaño mínimo de las cuerdas, según los teóricos de esa teoría constituyentes elementales de la materia, no puede ser menor que la longitud de Planck, introduce en la teoría del Big-Bang, una seria objeción a la suposición del inicio del tiempo y del espacio en un punto matemático.

Aparte de las razones antes expuestas que aducen los teóricos de las cuerdas para ignorar las fluctuaciones subplanckianas, ellos exponen un muy interesante razonamiento un tanto forzado pero lógico según el cual las dimensiones enrolladas, adquieren singular importancia.

Las dimensiones enrolladas confieren dos tipos diferentes de vibraciones a las cuerdas: las debidas al movimiento oscilante y al movimiento deslizante. Cada tipo de vibración aporta una cantidad de energía distinta.

Pero ese aporte en cuantía, se invierte al llegar a un estado de encogimiento extremo del universo como se supone puede ocurrir en el Big-Crunch final (segundo nivel de colapso según Wheeler). Quiere decir que al llegar a esa situación de máximo encogimiento, el aspecto que aportaba mas energía empezará a aportar menor cantidad y viceversa, en cantidades tales que la energía total suma de ambos aportes, permanece constante para una situación dada, esto es como si los parámetros físicos experimentaran un rebote al llegar a un encogimiento el cual, por lo tanto no podría ir mas allá del marcado por una longitud mínima que sería la longitud de Planck. De esta manera los teóricos de las cuerdas esgrimen otro argumento para ignorar las molestas fluctuaciones cuánticas que se evidenciarían por debajo de la longitud de Planck, pero que con este argumento último que aducen, según ellos esa situación subplanckiana no existe. Evidentemente este último razonamiento del rebote, es mas elegante y lógico que los anteriores, pero requiere de demasiadas suposiciones ad hoc, lo cual en mi opinión es un defecto de la Teoría de las Cuerdas.

## **Branas**

En los últimos tiempos ha aparecido una nueva teoría en la que se supone que los elementos componentes de la materia son membranas de forma rectangular a las cuales se les llama branas, que las hay de varias dimensiones y así se denominan 2-branas, 3-branas, etc. siendo las 1-branas, las cuerdas que he venido describiendo. En la teoría de las branas. éstas sustituyen a las partículas. La caracterización de las branas por frecuencia de vibración, portadoras o mensajeras, etc., es semejante a la de las cuerdas. Las ondulaciones en esas branas paralelas a su lado corto según su teoría, son portadoras de información. Como las partículas o las cuerdas, las branas interactúan entre si y con las cuerdas. Como ejemplo veamos como se efectúa la interacción entre una cuerda de extremos unidos (bucle) con una brana. Al incidir la cuerda en la brana, excita ondulaciones en ésta. Si ondulaciones que van en un sentido chocan con ondulaciones en sentido contrario, pueden interferir entre si como los movimientos ondulatorios conocidos, y si la interferencia es por refuerzo, el pico resultante da lugar a otro bucle correspondiente como toda cuerda a una partícula.

## **Conclusiones**

Sobre cuerdas y branas existen cinco teorías, que no difieren mucho entre si y se considera una sexta teoría, la Teoría-M, la cual viene a ser una síntesis de las cinco citadas. Cuerdas y similares aparecen como posible explicación de fenómenos claves del desarrollo del Universo (Historia del Tiempo en el decir de Stephen Hawking), su inicio en una gran explosión (primer nivel de colapso según Wheeler), a partir de una singularidad del espacio-tiempo, su evolución con eventuales formaciones de cuerpos sumamente masivos cuya gran fuerza gravitatoria no deja escapar ni la luz, los agujeros negros y el posible colapso final en una singularidad o Big-Crunch. De los agujeros negros algunos teóricos consideran la posibilidad de que sean la intersección de branas. Los agujeros negros tienen la propiedad de que sólo se diferencian por su masa, carga y velocidad de rotación sin que intervenga su naturaleza, hecho que los teóricos describen como que "no tienen pelo". Esta circunstancia permite que se considere una

partícula como un agujero negro comprimido hasta el límite y por tanto ser considerado, en esa circunstancia, una cuerda por los teóricos de éstas.

En la década de los 1970, apareció en el contexto de las cuerdas, una variante basada en la llamada Supersimetría (ya manejada en la teoría estándar de las partículas), que comprende la Supergravedad, en la cual se precisa la teoría bosónica de las cuerdas y se encuentra junto con el patrón de frecuencia de los bosones, el patrón de vibración de la cuerda fermión.

Y seguirán los físicos proponiendo teorías en busca de la del Todo, algunas se comprobarán, otras no, pero la labor del científico verdadero no cesará nunca, pues es esa la grandiosa razón de sus fructíferas vidas.

### **Bibliografía**

- 1.- **Einstein, A.** The Meaning of Relativity. MJF Books. New York. 1984.
- 2.- **González, J. y R. Ávila.** La Ciencia que Emerge con el Siglo. Editorial Academia. La Habana. 2005.
- 3.- **Greene, B..** The Elegant Universe. Random House Inc. New York.1999.
- 4.- **Hawking, E.** El Universo en una Cáscara de Nuez. EGEDSA. Madrid. 2002.
- 5.- **Hawking, E. y R. Penrose.** The Nature of Space and Time. Priceton University Press. Priceton. 1995.
- 6.- **Wheeler, J. y C. Patton.** ¿Está la Física legislada por la Cosmogonía?. (En "La Enciclopedia de la Ignorancia"). Fondo de Cultura Económica. México. 1996.

**Joaquín GONZÁLEZ ÁLVAREZ**  
[j.gonzalez.a@hotmail.com](mailto:j.gonzalez.a@hotmail.com)