

Los universos membranas

Por Verónica Voi 2008

4301-6723
15 61615612
vvoi@hotmail.com

(Notas de AAC, Directora de la tesista Verónica Voi, IUNA)

En 1915 Einstein propuso un modelo matemático completamente nuevo: la teoría general de la relatividad.

La relatividad general combina la dimensión temporal con las tres dimensiones espaciales para formar lo que se llama espacio-tiempo. La teoría incorpora los efectos de la gravedad, afirmando que la distribución de materia y energía en el universo deforma y distorsiona el espacio-tiempo, de manera que ya no es plano, sino que se curva por efecto de la gravitación.

La razón es que la relatividad general, que describe la fuerza gravitatoria, es una teoría clásica, que no incorpora la incertidumbre de la teoría cuántica que rige todas las otras fuerzas que conocemos.

Las teorías cuánticas de sistemas como los átomos, con un número finito de partículas, fueron formuladas en los años 1920 por Heisenberg, Schrödinger y Dirac.

Según la teoría cuántica, el **estado fundamental o estado de energía más baja** de un péndulo no es aquél en que está en reposo hacia abajo. Este estado tendría simultáneamente una posición y una velocidad bien definidas, **ambas de valor nulo. Ello constituiría una violación del principio de incertidumbre, que prohíbe la medición precisa simultánea de la posición y la velocidad.** La incertidumbre en la posición, multiplicada por la incertidumbre en el ímpetu (velocidad por masa) debe ser mayor que una cierta cantidad, conocida como constante de Planck.

El estado fundamental o estado de energía más baja de un péndulo no tiene energía nula, como se podría haber esperado, sino que incluso en su estado fundamental un péndulo o **cualquier sistema oscilante debe tener una cierta cantidad mínima de lo que se denomina fluctuaciones del punto cero.** Estas implican que el péndulo no apuntará necesariamente hacia abajo sino que **habrá una cierta probabilidad de hallarlo formando un pequeño ángulo con la vertical.**

La supersimetría constituye una característica de los modelos matemáticos modernos, que puede ser descrita de diferentes maneras. Una de ellas consiste en decir que **el espacio-tiempo tiene otras dimensiones adicionales además de las que**

percibimos. Se llaman **dimensiones de Grassmann**, porque son expresadas en **números llamados variables de Grassmann** en vez de en números ordinarios. Los números ordinarios conmutan, es decir, tanto da el orden en que los multipliquemos: 6 por 4 es lo mismo que 4 por 6, pero **las variables de Grassmann anticonmutan: x por y es lo mismo que -y por x.**

La supersimetría fue utilizada por primera vez para eliminar los infinitos de los campos de materia y de Yang-Mills en un espacio-tiempo en que tanto las dimensiones ordinarias como las de Grassmann eran planas, en vez de curvadas. Pero resultaba natural extenderla a situaciones en que ambos tipos de dimensiones fueran curvadas. Ello condujo a diversas teorías denominadas supergravedad, con diferentes grados de supersimetría.

Una consecuencia de la supersimetría es que cada campo o partícula debería tener un «supersocio» con un **espín**¹ superior o inferior en 1/2 a su propio espín.

Se encontró que **la única manera de combinar la gravedad con la teoría cuántica era una teoría llamada teoría supersimétrica de cuerdas**. Las cuerdas, como sus homologas en la vida cotidiana, **son objetos unidimensionales extensos: sólo tienen longitud**. Las cuerdas de esta teoría se mueven en el espacio-tiempo de fondo, y sus vibraciones son interpretadas como partículas. Se dijo que las supercuerdas eran la Teoría de Todo.

El átomo se divide en protones, neutrones y electrones, los que a su vez están formados por quarks, los que de acuerdo con la teoría están formados por pequeñísimas cuerdas.

En un principio se consideraban 5 teorías de cuerdas, ya que la teoría se la estudio rápidamente desde los bordes (haciendo despreciable o igualando a cero algunas de las dimensiones adicionales).

Debido a las dualidades entre estas formulaciones, se llega a concluir que todas eran equivalentes quedando solo una para la teoría M. Con estas dualidades entre teorías, la teoría de la supergravedad es equivalente a la teoría de cuerdas; y cada una de ellas se usa en los casos que corresponda; la teoría M para casos de partículas de altas energías que colisionan entre si, y la supergravedad, para espacios mas grandes son cuerpos mayores, que modifican el espacio-tiempo tal como lo formulo anteriormente Einstein.

De lo que se deduce empíricamente estas cuerdas tienen mas de 1 dimensión, llegando a tener 11 **dimensiones que se las llama branas**, de modo que tenemos 1p-brana para una dimensión, 2p-brana para dos dimensiones (plano) 3p-branas para tres dimensiones ,

¹El spin (del inglés spin 'giro, girar') se refiere a una propiedad física de las partículas subatómicas, por la cual toda partícula elemental tiene un momento angular intrínseco de valor fijo. Se trata de una propiedad intrínseca de la partícula como lo es la masa o la carga eléctrica. El espín fue introducido en 1925 por Ralph Kronig e, independientemente, por George Uhlenbeck y Samuel Goudsmit.

En 1920, los químicos analíticos llegaron a la conclusión que para describir a los electrones en el átomo, además de los números cuánticos, se requería de un cuarto concepto, el llamado **spín del electrón. Éste, al girar sobre su propio eje genera un campo magnético, el denominado spín.**

Los dos físicos, Goudsmit y Uhlenbeck, descubrieron que, si bien la teoría cuántica de la época no podía explicar algunas propiedades de los espectros atómicos, añadiendo un número cuántico adicional, el spin, se lograba dar una explicación más completa de los espectros atómicos. Pronto, el concepto de espín se amplió a todas las partículas subatómicas, incluidos los protones, los neutrones y las antipartículas.

El spin proporciona una medida del momento angular y de la acción, intrínseco de toda partícula. Todo esto en contraste con la mecánica clásica, donde el momento angular se asocia a la rotación de un objeto extenso. El espín es un fenómeno exclusivamente cuántico.

En las teorías cuánticas no relativistas el espín debe introducirse de manera artificial, mientras que en las relativistas aparece de manera natural.

etc. Algunas de estas dimensiones tienen un radio muy pequeño y es por eso que no las vemos, pero estarían presentes en el espacio.

Otra variable para las dimensiones adicionales es agrandarlas hasta un tamaño infinito. Implica que vivimos en un universo membrana, es decir, una superficie o membrana cuatridimensional en un espacio-tiempo de dimensionalidad más elevada.

La materia y las fuerzas no gravitatorias, como por ejemplo la fuerza eléctrica, estarían confinadas en dicha membrana. Así pues, todo lo que no fuera gravitación se comportaría como si estuviera en cuatro dimensiones. En particular, la fuerza eléctrica entre un núcleo atómico y los electrones que giran a su alrededor disminuiría con la distancia en la forma adecuada para que los átomos sean estables frente a una posible caída de los electrones hacia el núcleo.

La creación cuántica de una membrana se parecería en cierto modo a la formación de una burbuja de vapor en agua hirviendo. El agua líquida está formada por miles de millones de moléculas de H_2O unidas por la atracción entre vecinos próximos. A medida que el agua se calienta, las moléculas se desplazan más rápidamente y rebotan las unas contra las otras con mayor energía. En algunas ocasiones, estas colisiones dan a las moléculas velocidades tan elevadas que algunas de ellas se liberan de sus enlaces y forman una diminuta burbuja de vapor rodeada de agua. Esta burbuja crecerá (o se encogerá) de manera aleatoria a medida que nuevas moléculas del líquido se vayan uniendo a las del vapor (o viceversa). La mayoría de las burbujitas de vapor se volverán a colapsar en el líquido, pero algunas de ellas superarán un cierto tamaño crítico por encima del cual es casi seguro que sigan creciendo. Estas burbujas grandes en expansión son las que observamos cuando el agua hierve.

El comportamiento de los universos membrana sería parecido. El principio de incertidumbre permitiría que se formaran universos membrana a partir de nada, como burbujas cuya superficie sería la membrana y cuyo interior sería el espacio de dimensionalidad superior. Las burbujas muy pequeñas tenderían a colapsarse de nuevo y a desaparecer, pero es probable que las que crecieran, por fluctuaciones cuánticas, por encima de un cierto tamaño crítico siguieran creciendo. La gente que, como nosotros, viviera en la membrana (la superficie de la burbuja) creería que el universo se está expandiendo. Sería como pintar galaxias en la superficie de un globo y soplarlo. Las galaxias se separarían pero ninguna de ellas correspondería al centro de la expansión.

Aunque todavía no se sabe que habría entre las membranas. Puede ser que no haya nada en el espacio que las separa; puede haber otra membrana pegada, o puede ser que la membrana este en expansión para luego formar otras (como lo harían las burbujas en agua hirviendo), con el riesgo de colisionar entre ellas. De la colisión entre ellas se deduce que pudo ocurrir la explosión inicial.

La fuerza de gravedad, la causante de que estemos atraídos por la tierra, se la considera una fuerza fuerte en la física clásica, pero en realidad para separar cualquier objeto del suelo, solo basta con un poco de fuerza muscular que lo haga posible. La fuerza gravitacional la hacen posible los gravitones, partícula-onda elemental, que de acuerdo esta teoría, se podría filtrar a otros espacios membranas.

Toda la teoría de cuerdas se deduce de las ecuaciones matemáticas, **pero existen muchas especulaciones todavía con respecto a los modelos. ¿Cómo son las formas de las membranas?**

Se les ha atribuido el nombre de membrana, burbujas, y hasta como rodajas de pan.

Otra incertidumbre es el tamaño de las dimensiones, si están enrolladas y conviven con nosotros o si tienen tamaño relativamente grandes.

Todas estas cuestiones serán develadas a medida que las experimentaciones con los aceleradores de partículas lo vayan comprobando.

Dualidad en la formulación teórica.

Según el método positivista de enunciar ciencia propuesto por Karl Popper, una teoría científica es un modelo matemático que describe y codifica las observaciones que realizamos. Una buena teoría describirá un amplio dominio de fenómenos a partir de unos pocos postulados sencillos, y efectuará predicciones definidas que podrán ser sometidas a prueba. El cual se valida sometiéndolo a pruebas experimentales. Si la experiencia concuerda con la teoría, esta pasa a formar parte de las leyes que describen el mundo, sino se comprueba, los científicos buscaran nuevos modelos.

Con lo cual se encuentran bien diferenciadas:

- 1- El modelo matemático del cual se parte para explicar los fenómenos observados y posibles deducciones de situaciones posteriores aplicando el modelo.
- 2- Aspectos estéticos en mayor o menor grados presentes en el momento de la formulación de las teorías, donde intervienen la intuición e inspiración.

En The psychology of Invention in the Mathematical Field, texto ya clásico del distinguido matemático francés Hadamard, quien cita numerosas experiencias de inspiración descritas por matemáticos de primera fila, entre otras personas. Una de las más conocidas es la que Poincaré describe, en primer lugar, cómo tenía periodos intensivos de esfuerzo consciente y deliberado en su área de investigación que llamó funciones Fuchsianas, en la que se había estancado, entonces:

“..Dejé Caen, en donde vivía, para participar en una excursión geológica organizada por la Escuela de Minas. Las peripecias del viaje me hicieron olvidar mi trabajo matemático. Al llegar a Coutances abordamos un autobús para ir a algún lugar. En ese momento, cuando puse mi pie en el estribo, me vino la idea, sin que nada en mis pensamientos anteriores pareciera haber preparado el camino para ello, de que las transformaciones que había utilizado para definir las funciones Fuchsianas eran idénticas a las de la geometría no euclidiana. No verifiqué la idea; no hubiera tenido tiempo, ya que en cuanto tomé asiento en el autobús continué una conversación ya comenzada, pero tenía la certidumbre absoluta.

A mi vuelta a Caen, y para quedarme tranquilo, verifiqué detenidamente el resultado.

Esta anécdota me lleva a otro tema concerniente a la inspiración y la intuición, a saber: **que los criterios son enormemente válidos al formar nuestros juicios. En las artes podría decir que los criterios son los supremos. La estética en las artes es un tema complejo y los filósofos han dedicado vidas enteras a su estudio.** Podría argumentarse que en matemáticas y en las ciencias, tales criterios son meramente secundarios, siendo supremo el criterio de verdad, sin embargo, **parece imposible separar uno de otro cuando consideramos los temas de la inspiración y la intuición.**

Mi impresión es **que la fuerte convicción de invalidez de un soplo de inspiración y la intuición.** Expresando sentimientos similares (cfr. Chandrasekhar, 1987). Por ejemplo Hadamard (1945) escribe: “..es evidente que sin la voluntad de encontrar no puede tener lugar ningún descubrimiento o Invención importante.”

Pero con Poincaré vemos algo más: el sentido de belleza desempeña su función como medio indispensable para encontrar. Hemos llegado a una conclusión doble: **que la invención es elección, que esta elección está gobernada imperiosamente por el sentido de la belleza científica.**

Roger Penrose concluye que: “Me parece evidente que la importancia de los criterios estéticos no sólo se aplica a los juicios de inspiración instantáneos sino también a los juicios mucho mas frecuentes que hacemos en el trabajo matemático (o científico).

Los argumentos rigurosos constituyen normalmente el último paso. Antes de ello, tenemos que hacer muchas conjeturas y, para éstas, las convicciones estéticas son de enorme importancia, siempre limitadas por el razonamiento lógico y los hechos conocidos.”

V-V

Bibliografía

-Stephen Hawking. El universo en una cáscara de nuez. 2002 de la edición castellana para España y América:

Editorial Planeta, Barcelona. -Roger Penrose. La mente nueva del emperador. En torno a la cibernética, la mente y la leyes de la física. 1996.

Ed. Fondo de cultura económica. México, DF.