



Las fuerzas de la naturaleza (IV)

La búsqueda de la unificación

La historia de la Física puede verse en buena medida como una permanente búsqueda de unificaciones: Newton unifica los fenómenos astronómicos con los que ocurren en la Tierra, Maxwell la electricidad, el magnetismo y la luz. En general buscamos siempre explicar lo complejo por algo simple: por unas pocas leyes básicas de las que se pueda deducir todo lo demás.

En el siglo XX quien de modo más explícito intentó la unificación de las fuerzas de la naturaleza fue Einstein, que dedicó los últimos treinta años de su vida a la búsqueda de la unificación de la fuerza electromagnética con la gravitatoria. No lo consiguió y es relativamente fácil comprender que, sin aceptar la Mecánica Cuántica y sin ocuparse de las interacciones débil y fuerte, el esfuerzo estaba destinado al fracaso. Pero los esfuerzos de Einstein se encaminaban a la misma búsqueda de una teoría final de la que estamos hablando.

En el final del anterior artículo de esta serie mencionábamos que nuestra mejor teoría sobre las fuerzas de la naturaleza se agrupa en lo que se denomina modelo Standard, en el cual se contemplan, agregados, los modelos que explican las interacciones Fuerte y electromagnética y Débil. Citamos allí que la teoría, con enorme capacidad predictiva y de justificación de todo lo que conocemos, dista bastante de parecer la solución final, y además deja fuera a la interacción gravitatoria. Por ello la Física ha seguido buscando un esquema de comprensión que permita entenderlo todo en el seno de una teoría en la que encajen naturalmente las cuatro interacciones. Esta Teoría Final debería explicar las cuatro interacciones sin recurrir a nada ajeno a sí misma, ni a ningún principio más fundamental. A esta búsqueda se la llama de la Unificación.

En el modelo Standard las tres interacciones no quedan unificadas, ya que cada fuerza entra en él con su propia

intensidad y con constantes características independientes. Ocurre que los procesos a los que se aplica el modelo Standard están comprobados hasta una energía determinada (unos cien mil millones de eV, 100 GeV). Pues bien, se razona, y hay ciertas evidencias que apoyan este razonamiento, que a energías mucho más altas (mil billones de GeV) estas tres interacciones podrían ser descritas en un único modelo. ¿Esta energía se puede alcanzar? Con toda seguridad no. Sin embargo es una energía que (según pensamos) se alcanzó en los primeros minutos tras el Big Bang, la gran explosión en la que se creó el Universo. Esto hace que la Cosmología esté íntimamente relacionada con las teorías de unificación, ya que el laboratorio donde se realizaron los experimentos que buscamos existió hace quince mil millones de años. Es el propio Universo. Lo grande y lo pequeño al final convergen. La idea que subyace en las teorías actuales de unificación es que a esas enormes energías la descripción de las fuerzas es la misma y, al descender la energía (enfriarse el Universo), se separan en un proceso llamado "rotura espontánea de simetría" que conduce a nuestra visión de ellas como interacciones distintas.

Se han desarrollado diversas teorías siguiendo esta idea. Hasta hoy, sin embargo, ni las llamadas GUT (Teorías de Gran Unificación) ni las SUSY (Teorías de Supersimetrías) han logrado el ansiado objetivo, aunque han supuesto significativos avances en la comprensión de la naturaleza.

¿Qué pasa con la gravedad?

La paradoja de todo esto es que parece más sencillo unificar las interacciones Fuerte, Electromagnética y Débil que la más familiar gravedad. ¿Dónde está el problema con ella? Sin entrar en detalles demasiado técnicos digamos que se han desarrollado Teorías Cuánticas de la Gravitación, de modo similar a las establecidas para las otras interacciones (Electrodinámica Cuántica y Cromodinámica Cuántica).

En estas teorías dos partículas interactúan por el intercambio de una partícula denominada "gravitón", cuya masa debe ser nula.

El hipotético gravitón, sin embargo, no ha sido detectado experimentalmente. Pero, sobre todo, el problema es que las teorías cuánticas de la gravedad tienen un problema crónico consistente en que, se haga como se haga, aparecen en los cálculos valores infinitos para procesos perfectamente posibles: respuestas absurdas a preguntas fáciles. Ese tipo de problemas los padecieron las otras teorías de campos. Tras un enorme esfuerzo teórico de muchos años, se consiguió entender que, modificando ciertas definiciones, esos infinitos desaparecían mediante una técnica que se denomina renormalización. Alguien dijo que aquello era "barrer debajo de la alfombra" los infinitos, pero hoy sabemos bien cómo proceder con las teorías cuánticas de campos para evitarlos. El problema es que la gravedad no es renormalizable, ni tiene visos de que lo pueda ser. Ese es el tipo de problemas que han dado fama a Stephen Hawking.

Necesitamos por tanto algo nuevo para abordar el problema de integrar la gravedad en nuestro esquema y lo más nuevo son las denominadas Teorías de Cuerdas en sus diferentes variedades (Supercuerdas y más recientemente Membranas). Esa es ahora mismo la frontera última de las teorías de unificación.

Pero hay más dudas. Visto desde la perspectiva de las energías, todo lo que hemos aprendido sobre las partículas elementales en los últimos cien años ha sido pasar de unos electronvoltios, hasta 100 Giga-electronvoltios (GeV). Para llegar a hasta los mil billones de GeV falta 10 billones de veces el camino recorrido hasta ahora. Sería demasiado ingenuo pensar que no aparecerán fenómenos cualitativamente nuevos a medida que se consigan mayores energías. El final del camino, da toda la impresión, aún está muy lejos.

Luis Vega
Universidad de La Laguna

Stephen Hawking

Si duda el científico vivo más popular del planeta es Stephen Hawking, aunque una parte de esta fama proceda, sin duda, de las especiales circunstancias vitales que lo rodean.

Nacido en 1942, hijo de un médico especializado en enfermedades tropicales, se educa en el seno de una familia de alto nivel intelectual, y desde su más temprana juventud se siente inclinado por las Matemáticas y la Física. Aunque en la escuela no fue uno de los estudiantes más destacados, en 1959 ingresa en Oxford. Al finalizar la carrera consigue una beca y cursa estudios de posgrado en la Universidad de Cambridge. Comienza a trabajar en su tesis cuyo objetivo se centra en investigar el origen del universo, bajo la dirección de Dennis Sciama.

Tras doctorarse trabajó junto al físico teórico Roger Penrose en la comprobación matemática del comienzo del tiempo.

Stephen Hawking es uno de los más largos supervivientes de una enfermedad que por lo general lleva a la muerte en 2 años, un mal neurológico progresivo e incurable. Le diagnosticaron la enfermedad a los 21 años. Han pasado 40 desde entonces y él sigue luchando, investigando y haciéndose preguntas: ¿Qué grado de libertad tuvo Dios al momento de crear el universo? ¿Existe una teoría única y definitiva que explique todos los fenómenos del cosmos? ¿Seguirá el universo expandiéndose eternamente o algún día se contraerá hasta llegar a un nuevo punto de densidad infinita que más tarde dé origen a otro universo distinto?

Hawking ha trabajado en las leyes básicas que gobiernan el universo. Junto con Roger Penrose mostró que la Teoría General de la Relatividad de Einstein implica que el espacio y el tiempo han de tener un principio en el Big Bang y un final dentro de agujeros negros. Semejantes resultados señalan la necesidad de unificar la Relati-

vidad General con la Mecánica Cuántica, el otro gran desarrollo científico de la primera mitad del siglo XX.

En 1985 se le realizó una traqueotomía, en una operación que le salvó la vida pero en la que perdió la voz, y desde entonces utiliza un sintetizador de voz para comunicarse. Gradualmente fue perdiendo el uso de sus brazos y piernas, así como del resto de la musculatura voluntaria, incluyendo la fuerza del cuello para mantener la cabeza erguida, con todo lo cual su movilidad es prácticamente nula. La silla de ruedas que utiliza en público está controlada por un ordenador que Hawking maneja mediante leves movimientos de cabeza y ojos, lo que también le permite seleccionar palabras y frases en el sintetizador de voz.

Desde 1979 ocupa la cátedra Lucasian, la misma que ocupara Newton trescientos años antes. En los años 80 Hawking apostó que en un período inferior a los 20 años la física conseguiría unificar la Teoría de la Relatividad General, que da una explicación a la interacción gravitatoria, con las teorías unificadas, dominadas por la postura de la mecánica cuántica, que logran un modelo para explicar las fuerzas nucleares y la electromagnética. El abismo entre estas teorías es principalmente conceptual: ¿cómo fundir ideas relativas a la relación entre puntos y el espacio-tiempo con otras que rechazan la existencia física de puntos frente a "posibles zonas"?

La teoría de cuerdas, en su estado actual, las supercuerdas, parece encontrar una forma de asimilar todas las interacciones en un único modelo. Aunque ha evolucionado mucho en estos últimos años, según Hawking, "no estamos mucho más cerca de la meta". Pese a todo, sigue convencido de que llegar a tal cima es posible, aunque contempla otras opciones: "Es posible que no haya teoría alguna que pueda ser aplicada



en distintas situaciones, así como no hay mapa alguno que abarque el mundo entero".

Sus numerosas publicaciones incluyen "La Estructura a Gran Escala del Espacio-tiempo" con G. F. R. Ellis, "Relatividad General: Revisión en el Centenario de Einstein" con W. Israel, y "300 Años de Gravedad", con W. Israel. Stephen Hawking ha

publicado tres libros de divulgación: su éxito de ventas "Breve Historia del Tiempo", "Agujeros Negros y Universos Bebés y Otros Ensayos" y más recientemente en 2001, "El Universo en una Cáscara de Nuez", y en 2005, "Brevisima Historia del Tiempo", una versión revisada y ampliada de su primer best-seller.