

Stephen Hawking y la física de los hoyos negros

En su libro *The New Physics*, John G. Taylor afirma que si la búsqueda de los últimos átomos no tuviera fin, los científicos -ignorantes, como nosotros, del hecho- continuarían elaborando incesantes cadenas de teorías para explicar el Universo.

Por el contrario -prosigue Taylor-, si fuera posible estructurar una última teoría, entonces el Universo no tendría explicación, ya que no contaríamos con otra que explicara esa teoría final.

Así -concluye Taylor-, en ninguno de los dos casos se podría explicar científicamente el funcionamiento del Universo.

Aunque las ideas de Taylor están distorsionadas por ese padecimiento científico que se llama “explicación”, estamos de acuerdo con él cuando asevera que la ciencia ha demostrado su valía y que debemos perseverar y tratar de comprender el Universo, ya que es el misterio lo que hace de la ciencia una materia irresistible.

La discrepancia es el destino de la ciencia. La teoría y la realidad son hechos generalmente contradictorios. Es esta discrepancia la que nos obliga a alterar o desechar teorías válidas para resolver problemas nuevos y aparentemente insuperables.

La explicación del Universo exige una teoría que aclare las interacciones de la materia y todas las fuerzas que la controlan, pero la unicidad misma del Universo nos impide establecer comparaciones y descubrir variables que nos ayuden a conocer mejor su funcionamiento.

Actualmente, los físicos aceptan cuatro tipos de interacciones que por orden de fuerza son: la interacción nuclear fuerte que funciona sólo en el nivel atómico, el electromagnetismo, la interacción nuclear débil que controla la desintegración radioactiva, y la gravedad que interactúa con todo.

Einstein dedicó los últimos treinta años de su vida a imaginar una teoría que unificara estas fuerzas. Se conocían sólo dos en su época: la gravedad y el electromagnetismo. La tarea parecía simple. No obstante, Einstein fracasó y seguimos fracasando nosotros. La gravedad, esa especie de tensión en el vacío interestelar que afecta el comportamiento total del Universo y que es una propiedad fundamental del espacio curvado, ha demostrado ser una fuerza intratable.

En las distancias planetarias o interestelares, la gravedad -la más débil de las cuatro interacciones- se percibe porque es la única fuerza que actúa en esas dimensiones. En cambio, en el mundo de los átomos, las otras tres interacciones impiden que la gravedad sea detectada. Así, la unificación de los fenómenos macroscópicos (teoría de la relatividad general) y microscópicos (teoría cuántica) es un desafío.

La teoría de la relatividad general puede predecir el comportamiento de los planetas, de las estrellas y de las galaxias, pero la teoría cuántica afirma que en los niveles atómicos el comportamiento es incierto. Los eventos, en la mecánica cuántica, son impredecibles. Es posible establecer solamente las posibilidades de que un evento tenga lugar. Einstein señalaba, rechazando el postulado azaroso de la mecánica cuántica, que Dios no juega a los dados con el Universo.

La incompatibilidad de ambas teorías es evidente, ya que cualquier corrección de la mecánica cuántica a la teoría de la relatividad general es infinita, pero el hecho de que las dos teorías sean adecuadas en sus respectivos campos nos hace sospechar que existe un principio unificador desconocido.

En 1977, Abdus Salam, Stephen Weiberg y Sheldom Glasgow unificaron dos de las fuerzas fundamentales: el electromagnetismo y la interacción nuclear débil. Ultimamente se trabaja afanosamente en una teoría del campo cuántico para describir las características de la interacción nuclear fuerte, pero no podemos pensar todavía en una teoría que incluya la gravedad. Unificar la teoría de la relatividad general y la teoría cuántica sería un paso decisivo para entender el Universo.

En 1974, el físico inglés Stephen Hawking señaló la existencia de hoyos negros diminutos que podían emitir radiación y explotar eventualmente. Más tarde, imaginó que la teoría que habría de reducir a unidad las interacciones del Universo, podía surgir del estudio de los hoyos negros.

Hijo de una familia universitaria, Hawking nació en Oxford en 1942. Aún niño, mostró una segura inclinación por la ciencia. Sus años de estudio transcurrieron dentro de una cierta normalidad y fue sólo más tarde, en Cambridge, donde destacó en el campo de la física teórica.

Un hecho cambió su vida. Un día, empezó a trastabillar. inmediatamente aparecieron trastornos del habla. Los especialistas le diagnosticaron una esclerosis lateral amiotrófica, enfermedad que ataca y destruye los músculos y los nervios voluntarios y que, en este caso, acusaba violentos progresos. Hawking pensó que todo había terminado.

En estos días de dudas y de penas, conoció a Jane Wilde y se casó. El matrimonio fue la solución inesperada. Hawking tomó la clara decisión de vivir y se iniciaron los éxitos en el trabajo.

Actualmente tiene tres hijos y la enfermedad se ha estabilizado. Hawking, en silla de ruedas, prácticamente sin movimiento y con extremas dificultades para expresarse, trabaja arduamente en el enigmático problema de los hoyos negros.

El destino de las estrellas que han dejado atrás la fase evolutiva que denominamos “gigantes rojos” es todavía un misterio. Sabemos, por otra parte, que cuando la combustión nuclear de las estrellas cesa, éstas se convierten en un “cuerpo”, esto es, en un objeto que no genera energía. Tres tipos de cuerpos estelares conocemos en la actualidad: las enanas blancas, las estrellas neutrónicas y los hoyos negros.

Una estrella muere cuando su combustión nuclear ha dejado de proveer calor, rompiendo el equilibrio entre la presión interna y el peso de sus capas exteriores.

Las enanas blancas (estrellas) y las estrellas neutrónicas (pulsares) son cuerpos reales que han sustituido la presión calorífica por otro tipo de presión que, siendo totalmente independiente de la temperatura, les permite enfriarse sin sufrir un colapso.

Los hoyos negros son todavía cuerpos teóricos. La evidencia de que cisne X-1 sea un hoyo negro es grande, pero no concluyente. Los hoyos negros deben formarse al explotar estrellas que tengan diez o más veces la masa de nuestro sol. Con una masa inferior no explotarían, ya que sabemos que las estrellas neutrónicas y las enanas blancas se estabilizan debido a que tienen sólo tres masas solares.

Una estrella que tuviera una masa diez veces mayor que la de nuestro sol, convertiría en helio la mayor parte de su hidrógeno y el helio, a su vez, en carbón. Enseguida, una cadena de fusiones sucesivas formarían capas de silicón, oxígeno, carbón, helio e hidrógeno. A medida que la compresión gravitatoria elevara la temperatura del núcleo de hierro, la estrella perdería estabilidad y crearía una onda de choque que culminaría en la tremenda explosión conocida como supernova. Los restos de la estrella serían lanzados al espacio y el núcleo formaría el centro de un hoyo negro.

Laplace, antes que nadie, mencionó los corps obscurs, pero la idea no prosperó. Más tarde Karl Schwarzschild descubrió el hoyo negro en el mundo de los modelos. Pero fueron Oppenheimer y Snyder en 1939, los que demostraron que una estrella fría y con una masa apropiada, podía sufrir un colapso y convertirse en un hoyo negro. A partir de 1960, los hoyos negros han sido tema de profundas meditaciones y de grandes controversias.

Desde 1973, Hawking había estudiado el comportamiento de la materia en la periferia de los hoyos negros. De estos esfuerzos surgió una descabellada hipótesis que al mismo Hawking le parecía un desacierto. La hipótesis era un desafío a los principios de la física. En ella quedaba demostrado que los hoyos negros emiten una corriente estable de partículas. Más tarde -convencido ya-, Hawking argumentó que un campo gravitatorio cercano debía proporcionar la energía necesaria para la creación y la aniquilación de las partículas elementales, pero que si este fenómeno se daba en el borde de un hoyo negro, entonces una de las partículas se hundiría en el hoyo, mientras que la otra, teóricamente, podría escapar. Concluyó que los hoyos negros a la larga habrían de evaporarse, ya que las partículas requieren energía para escapar.

En su trabajo “Las Explosiones de los Hoyos Negros”, Hawking presentó el resultado de sus preocupaciones. La nueva hipótesis causó estupor. John Taylor la consideró disparatada. Hoy los físicos han modificado su actitud y la emisión de partículas de los hoyos negros se conoce como “radiación Hawking”.

Stephen Hawking está convencido de que pronto podremos contar con una teoría unificada que describa no sólo las leyes físicas, sino también las condiciones iniciales del Universo. Opina que conocemos ya algunas de las características que habrá de tener la teoría cuántica de la gravedad.

La gravedad -dice Hawking- afecta la estructura causal del espacio-tiempo, es decir, la gravedad determina los eventos que han de relacionarse causalmente entre sí. La teoría clásica de la relatividad general nos ofrece un ejemplo: el hoyo negro, esa región del espacio donde actúa un intenso campo gravitatorio que atrapa una luz o cualquier otra señal y de donde no hay esperanza de escapar. La intensidad del campo gravitatorio crea pares de partículas elementales: materia (electrones) y antimateria (positrones). Una de ellas cae en el hoyo negro y la otra escapa hacia el infinito, pero la que escapa da la impresión de haber sido emitida por el hoyo negro. Un observador, colocado a cierta distancia del hoyo negro, puede calcular las partículas que salen, pero no puede correlacionarlas con las que caen porque no las ve. Hecho inusitado, las partículas emitidas por el hoyo negro, tienen un grado de azar que está más allá y por encima del clásico principio de incertidumbre de la mecánica cuántica.

En situaciones normales, el principio de incertidumbre supone que podemos predecir o la posición o la velocidad de una partícula, o una combinación de ambas. Esto hace que nuestras predicciones sean inseguras y parciales, ya que no podemos predecir la velocidad y la posición de una partícula simultáneamente.

Hablando de las partículas emitidas por un hoyo negro -prosigue Hawking-, el hecho de que no podamos observar lo que ocurre dentro del hoyo, quiere decir que simplemente no podemos predecir ni la posición ni la velocidad de las partículas. Todo lo que podemos predecir es la probabilidad de que las partículas sean emitidas de un modo o de otro. Parece ahora que cualquier teoría unitaria que elaboremos tendrá que ser probabilística. Esto supone abandonar nuestro punto de vista sobre un Universo único. Debemos, en su lugar, adoptar un esquema en el que todos los universos posibles estén ensamblados probabilísticamente. Así lograríamos entender por qué el Universo -cuando toda la materia y toda la fuerza eran iguales debido a que el equilibrio térmico correspondía al número más grande de configuraciones microscópicas- tuvo su origen en una gran explosión.

Hawking afirma que por el momento el único candidato para unificar las cuatro fuerzas es la supergravedad, nuevo enfoque teórico que interrelaciona las partículas que presentan características diferencialmente grandes por medio de una teoría que se llama supersimetría.

Cálculos cruciales y el desarrollo de nuevos métodos de computación determinarán la validez de estas teorías, así como las posibilidades de explicar las condiciones primeras del Universo y sus leyes, pero -comenta Hawking- los científicos actuales necesitan aprender a ver y sacar conclusiones ciertas, porque Dios no sólo juega a los dados con el Universo, sino que a veces los echa a donde nadie puede verlos.