

Gatos y agujeros negros

Posted on 1 de marzo de 1997 by César Gómez

En el año 1965 Roger Penrose y Stephen Hawking descubren sus conocidos teoremas sobre la existencia de singularidades del espacio-tiempo. Tanto los resultados como las técnicas usadas en la demostración marcan el inicio de una nueva era en relatividad general –la teoría de la gravitación descubierta por Einstein en 1915– que ambos autores liderarán hasta nuestros días. En el año 1994, y por iniciativa del recientemente creado Instituto Isaac Newton de ciencias matemáticas, Penrose y Hawking impartieron en Cambridge una serie de seis lecciones, seguidas de un debate, en las que de manera magistral ambos autores sintetizan los principales resultados obtenidos en el campo durante los últimos años, señalan los problemas abiertos y proponen, desde diferentes puntos de vista, posibles soluciones. La transcripción de estas lecciones constituye el libro que nos ocupa.

La trama del libro gira sobre la sorprendente hipótesis de Hawking acerca de la existencia de formas de incertidumbre, debidas a la gravedad, que irían más allá de las que predice la mecánica cuántica ordinaria. El argumento de Hawking podría resumirse de la siguiente manera. En primer lugar los agujeros negros que resultan por ejemplo del colapso gravitacional de una estrella, definen regiones acotadas del espacio-tiempo de cuyo interior no nos es posible, como observadores externos, extraer información alguna. Visto desde el exterior, el agujero negro queda caracterizado por un conjunto reducido de cantidades globales: su masa, su carga, su momento angular. El estado particular de la materia en el interior del agujero negro nos está vedado, lo más que sabemos es que es uno de los múltiples estados compatibles con los valores globales observados desde el exterior. Este tipo de falta de información se puede representar dotando al agujero negro de una entropía, que simplemente medirá el número de diferentes estados de los constituyentes del agujero negro compatibles con los valores globales de su masa, carga, etc. Hasta aquí nada hay de demasiado sorprendente. Sin embargo, en el año 1975, Hawking fue capaz de demostrar que el agujero negro radia como consecuencia de la polarización cuántica del vacío. Esta radiación que, en principio, podría haber sido una forma mediante la cual el agujero negro nos desvelara el secreto de su interior, es, por el contrario, una radiación de tipo térmico de la que nos es imposible extraer información alguna. Más aún, la naturaleza térmica de la radiación es perfectamente compatible con la interpretación, como entropía, de la información que la estrella esconde irreversiblemente en su colapso hacia un agujero negro. Lo importante de la radiación es, sin embargo, que permite la eventual desaparición del agujero negro. Es al desaparecer el agujero negro por evaporación cuántica cuando tiene

lugar la pérdida intrínseca de información y la nueva incertidumbre de la que nos habla Hawking. Hasta que el agujero negro desaparece, el estado del universo es un estado mecano-cuántico ordinario, aun cuando el estado particular del interior del agujero nos esté vedado a nosotros como observadores externos. Por ejemplo, Dios podría conocer este estado. Cuando el agujero negro desaparece la situación cambia radicalmente. Lo que antes era simplemente una información observacionalmente inaccesible, pero objetivamente existente, se convierte ahora en una información *objetivamente perdida*, donde objetivamente perdida significa no sólo perdida para nosotros como observadores externos, sino *realmente* perdida. Éste es el nuevo tipo de incertidumbre, debida a efectos gravitacionales que Hawking ha predicado durante los últimos años. La postura de Hawking está lejos de ser universalmente aceptada en la comunidad científica, más aún resultados recientes en teoría de cuerdas, teoría que Hawking toma de una manera en exceso olímpica. El 5 de febrero de este año, Hawking y Taylor-Robinson han dado a conocer un cálculo derallado de la entropía de agujeros negros que toma ya en consideración los resultados de la teoría de cuerdas. En sus conclusiones se mantiene aún la tesis sobre la pérdida de información, aunque con nuevos e importantes matices., parecen indicar justamente lo contrario. Pero centrémonos en la reacción de Penrose a este problema, reacción en la que deja traslucir, de manera algo más tímida que en sus libros más populares, como *La nueva mente del emperador* o *Las sombras de la mente*, algunas de sus tesis más sorprendentes sobre lo que deba ser la futura correcta teoría cuántica de la gravitación.

La tesis que Penrose sostiene en este libro es la que él denomina «*reducción objetiva*» de la función de onda. De nuevo, el énfasis se pondrá en el término «objetivo». Para hacernos una idea, déjenme que les cuente la historia del gato de Schrödinger. Este pobre gato está encerrado en una jaula donde diabólicamente ha sido colocado un revólver apuntándole. En la jaula se emite un fotón que se hace incidir sobre un espejo semiplatedado, y, sólo si la parte transmitida de la función de onda del fotón es detectada por un contador, el revólver se disparará matando al gato. Desde la mecánica cuántica el gato estará en un estado superposición de los estados correspondientes a estar vivo y muerto, algo así como: (gato vivo) + (gato muerto). Cuando miramos al gato lo que veremos será una de las dos alternativas, o bien el contador habrá detectado el fotón y el gato habrá muerto, o bien habrá ocurrido lo contrario. Esto es lo que se llama reducción de la función de onda. Ahora bien, esta reducción ha tenido lugar sólo cuando hemos medido dónde estaba el fotón, pero antes de realizar la medición no nos queda otro remedio que aceptar que el gato estaba vivo y muerto a la vez. Lo que Penrose entiende por reducción objetiva es un tipo nuevo de física que produzca por sí misma, e independientemente de cualquier medición, la reducción del estado, haciendo que por sí mismo se actualice en una u otra de las alternativas. Pero ¿qué

tiene esto que ver con la incertidumbre de la que nos habla Hawking? La respuesta de Penrose esconde la almendra de sus nuevas tesis sobre lo que sea la correcta teoría de la gravitación cuántica. La reducción objetiva es para Penrose el proceso que, dándose, compensaría la pérdida de información que tiene lugar tanto en la creación de un agujero negro como en su posible evaporación. La clave de la hipótesis de Penrose está en enfrentar la naturaleza objetiva de la pérdida de información, de la que nos habla Hawking, con la naturaleza igualmente objetiva del proceso de reducción que él postula. El ciclo se cierra al proponer como la correcta teoría cuántica de la gravitación a la teoría que explique ambos fenómenos.

En el debate que ocupa el capítulo 7 queda claro el enorme escepticismo con el que Hawking ve estas propuestas de Penrose. Esto no es extraño, pues Penrose no nos da indicación precisa alguna de cómo tal mecanismo de reducción objetiva tendría lugar. La lectura de los libros populares de Penrose aún nos deja más desconcertados, pues en ellos, y sin avanzar una formulación más precisa del mecanismo de reducción objetiva, nos propone directamente este mecanismo como el tipo de nueva física que habrá de aclarar la naturaleza supuestamente no computacional de la mente. Véase el artículo de H. Putnam en este mismo número de *Revista de Libros*.

En resumen, estamos frente a un magnífico libro, en el que dos grandes de la ciencia actual nos proponen, desde diferentes ángulos, sus visiones de una futura física. Las lecciones de Hawking, más ortodoxas que las de Penrose, constituyen una magnífica revisión de los temas más importantes de la gravedad cuántica; las de Penrose nos muestran cómo un gran científico intenta ver en los cabos sueltos de su campo los reflejos de otros problemas, en principio tan apartados del suyo propio como pueda serlo el de la naturaleza de la mente, un intento cuanto menos fascinante.

Autor: STEPHEN HAWKING, ROGER PENROSE

Edición: Editorial Debate, Madrid, 1996 Filosofía de la mente 29

Páginas: 160 págs.

Título: La naturaleza del espacio y el tiempo