Los resultados de la teoría de la relatividad

Posted on 1 de junio de 1997 by Luis Álvarez-Gaumé

Los agujeros negros son objetos que han fascinado al mismo tiempo al mundo científico y al público en general. Han servido de inspiración con frecuencia para novelas y películas de ciencia ficción, y sin embargo la divulgación seria sobre estos objetos exóticos ha sido bastante escasa. El magnífico libro de K. S. Thorne viene a llenar este hueco en la literatura de forma maestra. Como aperitivo, el prólogo nos ofrece un viaje imaginario a varios agujeros negros en diferentes confines del universo. Mediante esta ficción el autor describe qué es lo que vería su tripulación. La luz se curva con tal intensidad alrededor de un agujero negro que uno puede ver lo que hay detrás de él, y cuanto más se acerca la nave al horizonte de sucesos que separa el interior del agujero del mundo exterior, al mirar hacia arriba se ve todo el cielo reducido a un pequeño círculo rodeado de la más absoluta oscuridad. Si el agujero además está en rotación, nos describe un procedimiento mediante el cual una civilización que se estableciera cerca del agujero podría extraer una enorme cantidad de energía para satisfacer durante millones de años sus necesidades energéticas. A pesar de lo sorprendente y casi increíble de los detalles de la exploración llevada a cabo por la nave imaginaria, todos los fenómenos expuestos son consecuencias ineludibles de la Física de los Agujeros Negros. El resto del libro está dedicado a exponer no sólo esta física sino también la historia de los investigadores que durante más de cincuenta años han acumulado una cantidad enorme de información sobre sus propiedades características. Los descubrimientos fundamentales sobre esta área del conocimiento fueron a veces consecuencia de intuiciones geniales de algunos individuos, pero en muchos casos se siguieron del trabajo acumulado de un gran número de teóricos y experimentales. El autor nos brinda así un documento de primera mano de los aspectos humanos del desarrollo de una rama muy interesante de la Física y la Astronomía modernas.

Después de haber intrigado al lector con el pequeño ensayo de ciencia ficción, Kip Thorne nos embarca en una exposición lúcida y sistemática de las ideas y resultados más importantes de la Teoría de la Relatividad, tanto la Especial como la General. Con maestría y sin trivializar, los capítulos siguientes nos arman con el arsenal necesario tanto teórico como experimental para comprender las leyes de la estructura estelar, la formación y evolución de las estrellas y las diversas muertes que les esperan dependiendo de su masa. El cementerio estelar está poblado de objetos, si no tan exóticos como los agujeros negros, al menos tan

fascinantes. Las leyes de la Física Cuántica nos permiten entender el comportamiento de la materia sometida a altas presiones. Si la estrella tiene una masa no mayor que una vez y media la masa del Sol, cuando su combustible nuclear se consuma, la estrella se contraerá hasta un tamaño y densidad que dependerá de forma precisa de la masa inicial. Así se formarán las enanas blancas (con una masa similar al Sol pero con un radio como el de la Tierra), y donde la contracción gravitatoria se equilibra con la presión de los electrones. Estas partículas elementales satisfacen una propiedad (sólo explicable en el contexto de la Mecánica Cuántica) conocida como principio de exclusión que les hacer ser «profundamente antisociales»: cuando se les intenta colocar en el mismo estado (por ejemplo en el mismo lugar en el espacio) se repelen. Esta repulsión contrarresta la comprensión gravitacional y la estrella se convierte en una enana blanca. Si la masa original de la estrella se aumenta, la contracción continúa, y de nuevo cuando la masa no es demasiado grande, el colapso se puede frenar por el principio de exclusión pero esta vez de los neutrones, las partículas que junto con los protones forman los núcleos atómicos y que no tienen carga eléctrica. El objeto que se forma se conoce como una estrella de neutrones con una densidad próxima a la de la materia nuclear, miles de millones de veces más densa que el agua. Muchos de estos objetos son producidos en rotación, y en astronomía se han descubierto y se conocen como púlsares. A veces, antes de convertirse en una estrella de neutrones la estrella explota, produciendo una supernova, fuegos de artificio cósmico de potencia difícil de imaginar. Cuando la masa es aún mayor, no hay ley conocida que pueda compensar la gravedad y el objeto se convierte en un agujero negro. El profesor Thorne nos presenta en detalle las propiedades clásicas de estos objetos, el horizonte de sucesos, la termodinámica y dinámica de agujeros negros, cómo se pueden buscar y cuáles son los candidatos más verosímiles, la colisión entre agujeros con la radiación gravitacional que producen, la censura cósmica y la formación de singularidades desnudas, los discos de acreción alrededor de los agujeros negros y la radiación asociada como únicas explicaciones conocidas que puedan alimentar los quásares y las galaxias activas, y un largo y fascinante etcétera. También podemos encontrar las descripciones más actuales sobre la estructura de las singularidades en el espacio-tiempo que se esconden dentro del horizonte de sucesos, y cómo en estas regiones es muy probable que dejen de aplicarse las leyes conocidas de la física. Las singularidades contienen claramente algunas de las claves más fundamentales para comprender la posible unión entre mecánica cuántica y relatividad general. La teoría cuántica de la gravitación continúa siendo una de las asignaturas pendientes de la Física Teórica moderna, y hay fundadas sospechas que de la comprensión de esta unión surgirá una nueva revolución conceptual en Física de incalculables consecuencias. Algunas de las ideas que se han avanzado hasta ahora para intentar esta síntesis también se presentan en algún detalle.

El libro termina con un capítulo sobre la posibilidad de construir máquinas para viajar en el

tiempo basadas en soluciones de las ecuaciones de Einstein llamadas agujeros de gusano, que enlazarían diferentes partes del espacio-tiempo. El tema está plagado de dificultades conceptuales e incluso filosóficas de largo alcance, pero el hecho de que existan soluciones en las que tal viaje puede ser posible justifican sin duda su investigación. El libro del profesor Thorne es largo y denso, lleno de nuevos conceptos muy lejanos de la experiencia común. El esfuerzo del autor en hacer accesibles estos conceptos es notable, porque en ningún momento los simplifica hasta el punto de trivializarlos como sucede con frecuencia en los libros de divulgación científica, y aunque en algunos momentos requiere mayor concentración en los lectores menos familiarizados con las ideas de la Física moderna, el rendimiento de este esfuerzo en cuanto a la comprensión de los aspectos más sutiles y profundos de todos los aspectos nuevos relacionados con los agujeros negros hace que valga la pena el esfuerzo. Este libro es una gran contribución a la divulgación científica. Hace palpable la excitación y las dificultades con las que los investigadores se encuentran al intentar explicar datos y fenómenos que a veces desafían nuestros conceptos más básicos, y creo que el lector que se aventure en esta descripción elegante, amena y rigurosa de los agujeros negros presentada en este libro no saldrá defraudado.

Autor: KIP S. THORNE

Edicion: Ed. Crítica Drakontos, Barcelona, 1996

Paginas: 571 págs.

Titulo: Agujeros negros y tiempo curvo