

GRANADA

CIENCIA ABIERTA



● En la jornada de hoy se cumplen cien años desde que Albert Einstein presentara la formulación definitiva de sus ecuaciones

# Centenario de la Teoría General de la Relatividad

José Miguel Vítchez González

La Teoría de la Relatividad consta de dos partes. La primera, la *Teoría Especial de la Relatividad*, fue publicada en 1905. En ella, utilizando matemáticas tan simples como el Teorema de Pitágoras, Einstein propuso que las medidas de espacio y de tiempo se ven afectadas por la velocidad a la que se mueve quien realiza la medida. También de la Teoría Especial surge la relación entre masa y energía,  $E=mc^2$ , ecuación que suele acompañar al científico en muchas imágenes y que permitió explicar la energía que se libera en las transformaciones nucleares que ocurren, por ejemplo, en las centrales eléctricas homónimas.

La segunda parte, la *Teoría General de la Relatividad*, celebra su centenario hoy. Sí, ya han pasado 100 años desde que Einstein, en la última de una serie de cuatro ponencias que impartió en la Academia Prusiana en Berlín, presentó la formulación definitiva de sus ecuaciones.

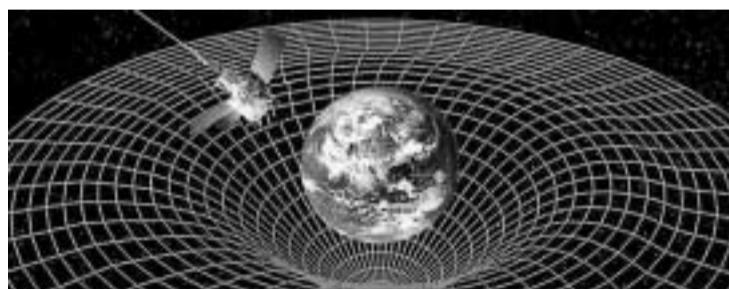
La Teoría General requiere un aparato matemático mucho más complejo que la Teoría Especial. Según Einstein, “la teoría es bella más allá de toda comparación. Sin embargo, sólo un colega ha sido capaz de comprenderla”. Pero tiene la ventaja de su interpretación geométrica, a partir de la cual los no especialistas podemos vislumbrar algunas de sus consecuencias: los objetos muy masivos deforman el espacio-tiempo colindante, y es esta deformación la que explica la atracción gravitatoria.

La Ley de la Gravitación de Newton describió, siglos antes, la atracción entre astros, y la Teoría General dio explicación al fenómeno. A ello se refirió Einstein cuando dijo que “la teoría de la relatividad no es más que otro paso en la evolución de siglos de nuestra ciencia; uno que preserva las relaciones descubiertas en el pasado, profundizando en su análisis y añadiendo otras nuevas”. También de la Teoría General se deduce que el tiempo transcurre más lentamente en las inmediaciones de objetos masivos que lejos de ellos.

Todo esto, que aparentemente tiene poca utilidad para nuestras vidas cotidianas, está más presente en ellas de lo que pensamos. Es cierto que no nos movemos a velocidades tan grandes para notar los



Einstein y Hilbert publicaron la teoría casi al mismo tiempo, aunque la autoría se reconoce al primero. Hilbert era el otro que, según Einstein, la entendía.



Los cuerpos masivos deforman el espacio-tiempo colindante. Cuanto más cerca nos encontremos, el tiempo transcurre más despacio.

efectos de la Teoría Especial, ni vivimos cerca de objetos tan masivos para notar algunos de los de la Teoría General (vivimos, eso sí, en la deformación espacio-temporal de la Tierra, responsable de que los cuerpos caigan hacia el centro del planeta con mayor aceleración cuanto más cerca estemos de su superficie). También es cierto que para poder medir los efectos relativistas se necesitan aparatos de una sensibilidad extrema, pero no lo es menos que en ocasiones disponemos de ellos.

Pensemos, por ejemplo, en los satélites de geolocalización (GPS), artefactos que se encuentran a gran distancia de la superficie terrestre (unos 20.000 kilómetros) y que para mantenerse en órbita a

esa distancia se han de desplazar a gran velocidad (unos 4,5 kilómetros cada segundo). Al encontrarse lejos de la superficie de la Tierra el tiempo transcurre más rápido en su posición que en la nuestra (según la Teoría General), y a la velocidad a la que se mueven el tiempo transcurre más despacio (según la Teoría Especial). La necesidad de sincronizar los relojes de los satélites con los terrestres hace necesario tener en cuenta estas correcciones relativistas, pues de otro modo no podrían mostrar nuestra localización con la precisión deseada.

Ambas correcciones son del orden del microsegundo (un microsegundo es la millonésima parte de un segundo), imperceptible pa-



Algunas notas de Einstein de la Teoría General de la Relatividad.

ra nuestros relojes y cronómetros cotidianos pero no para los que llevan incorporados los satélites, relojes atómicos cuya sensibilidad se mueve en el orden de los nanosegundos (un nanosegundo es la millonésima parte de un segundo, o la milésima parte de un microsegundo).

Hemos mostrado dos aplicaciones de la Teoría de la Relatividad: la relacionada con el control de la energía liberada en las reacciones nucleares, y el correcto funcionamiento de los GPS. Hay muchas más, como la explicación del comportamiento del planeta Mercurio (distinto al del resto de planetas, al ser el más cercano al Sol), el estudio de astros exóticos como los agujeros negros, la del comportamiento de las partículas subatómicas que nos llegan desde lugares diversos y distantes del firmamento, o el de las que se utilizan en los aceleradores de partículas para es-cudriñar la materia.

Quizá estas cuestiones no sean tan cercanas a nuestras vidas, y de ahí que se califiquen de ciencia básica, o investigación básica, cuyo objetivo es la mejor comprensión de la naturaleza sin pensar en aplicaciones inmediatas. El propio Einstein, en 1942, decía que “para mí siempre ha sido incomprendible por qué la teoría de la relatividad, cuyos conceptos y problemas están tan alejados de la vida cotidiana, ha podido encontrar un eco tan vivo e incluso apasionado en los círculos más amplios de la población durante tanto tiempo”.

Pero no por ello son menos importantes. La Teoría de la Relatividad abrió una nueva comprensión del universo, y solo la historia podrá mostrar más aplicaciones. Quién sabe si, en un futuro más o menos lejano, llegue a ser la base de, por ejemplo, los viajes espacio-temporales. Ya hay científicos que se lo plantean desde el rigor del conocimiento científico disponible.

De cualquier modo, es necesario destacar la importancia de la investigación científica, básica o aplicada, ya que, además de permitirnos conocer mejor nuestro entorno, antes o después puede repercutir en nuestra calidad de vida. Habrá que recordárselo a nuestros dirigentes, pues en ocasiones, antes o después puede repercutir en nuestra calidad de vida. Habrá que recordárselo a nuestros dirigentes, pues en ocasiones, antes o después pueden hacer pensar a los jóvenes lo que Einstein manifestó en enero de 1955: “en las circunstancias actuales, la única profesión que elegiría sería aquella en que ganase la vida no tuviera nada que ver con la búsqueda del conocimiento”. No dejemos que esto ocurra.