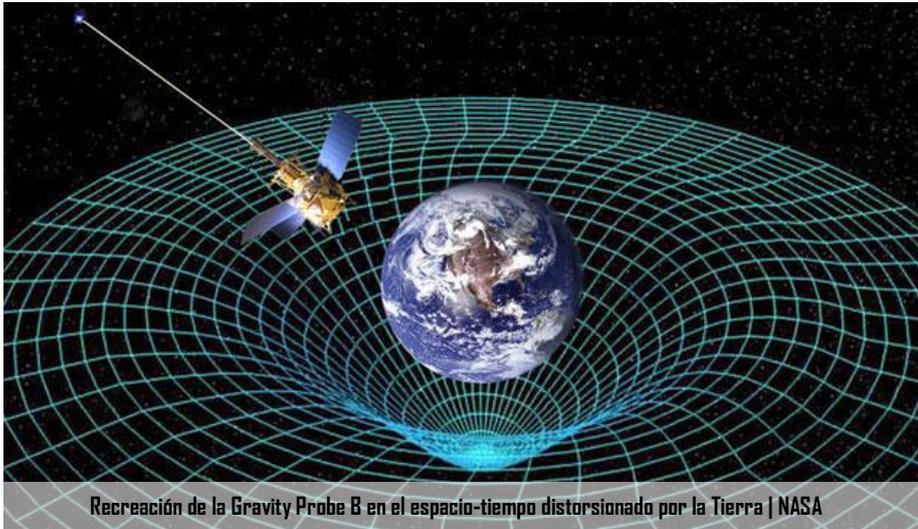


Einstein tenía razón

La sonda espacial de la NASA Gravity Probe B acaba de confirmar las distorsiones del espacio-tiempo

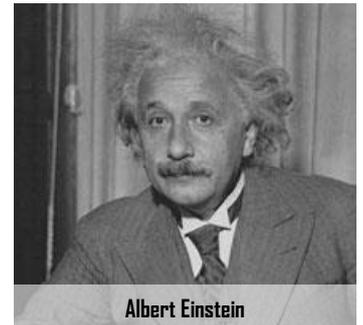


predichas por la Teoría de la Relatividad General de Einstein. Culmina así una larga empresa que ha costado cinco décadas de trabajo y más de 750 millones de dólares. Entre tanto, este mismo fenómeno ha sido puesto de manifiesto por otros experimentos, lo que ha ocasionado un debate en la comunidad científica sobre la necesidad y conveniencia de

Gravity Probe B.

El espacio-tiempo como chocolate fundido

La Teoría de la Relatividad General enunciada por Albert Einstein en 1916 sigue siendo la mejor descripción existente de la gravedad, posiblemente la fuerza física más determinante en la estructura y evolución del Universo. Según el físico alemán, un cuerpo masivo curva el espacio-tiempo en su entorno, lo que ocasiona que los rayos de luz abandonen en su proximidad la trayectoria rectilínea para seguir trayectorias curvadas, es lo que se conoce como efecto geodésico.



Otra consecuencia de la Teoría de Einstein, predicha por los físicos austríacos Lense y Thirring en 1918, es



que si ese cuerpo masivo se encuentra girando (como hace la Tierra), las líneas del espacio-tiempo se deforman aún más, torciéndose para acompañar al giro. Es lo que se conoce como 'arrastre del marco de referencia'. Se trata de un fenómeno similar a la creación de un campo magnético por una carga en rotación, por ello también se denomina efecto gravitomagnético. Para hacernos una idea aproximada, podemos pensar en la Tierra sumergida en chocolate fundido. Según gira el planeta, el chocolate del entorno es arrastrado y tiende a también a girar en el mismo sentido que la Tierra.

Bolas de ping-pong ultraprecisas

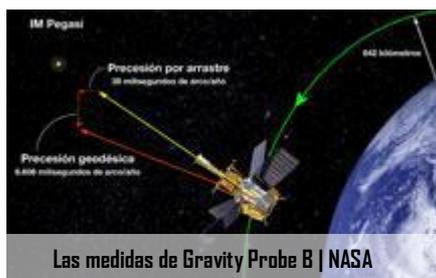
Ya en 1920, Arthur Eddington sugirió utilizar giróscopos de alta precisión para detectar los efectos que el giro de la Tierra debía ocasionar sobre ellos, y probar así la Teoría de Einstein. La idea fue desarrollada a

finales de los años 1950 y la NASA comenzó el diseño de los giróscopos más precisos de la historia. Del tamaño de una pelota de ping-pong, las esferas de dichos giróscopos fueron construidas en cuarzo y bañadas en niobio superconductor para lograr un comportamiento electromagnético óptimo. Tales giróscopos fueron embarcados en la nave Gravity Probe B que, tras múltiples estudios y peripecias, fue lanzada en el año 2004.



Uno de los giróscopos desmontado | NASA

El satélite fue puesto en órbita polar a unos 650 kilómetros de altitud, y el eje de giro de los giróscopos (que en la nave espacial se encuentran en una situación equivalente a gravedad cero) fue orientado cuidadosamente en la dirección de la estrella IM Pegasi. Si el espacio-tiempo no fuese curvo, el eje de giro de las bolas de cuarzo no debía variar en el tiempo. Pero lo que se ha observado es que, debido al efecto geodésico predicho por Einstein, el eje de giro varía (precesa) de 6.601,8 milisegundos de arco por año (con un margen de error del 0,3 por ciento).



Las medidas de Gravity Probe B | NASA

Por otro lado, una variación adicional de 37,2 milisegundos de arco por año (con un margen de error del 19 por ciento) solo puede ser ocasionada por el arrastre del marco de referencia (Lense y Thirring predijeron un valor de 39). Estos resultados han sido publicados hace unos días en la revista especializada Physical Review Letters.

Un experimento 'relativamente' necesario

La sonda de la NASA confirma así dos predicciones fundamentales realizadas hace casi un siglo por la Teoría de la Relatividad de Einstein, lo que sin duda supone un nuevo éxito para el genial físico.

Sin embargo, no es esta la primera vez que la Teoría de Einstein ha sido sometida es este tipo de test; otros experimentos, realizados con anterioridad, habían logrado medir estos efectos aún con mayor precisión.



Recreación de Gravity Probe B | NASA

Por ejemplo, se realizaron otros tests similares a principios de los años 1970 mediante la medida precisa del movimiento de la Luna, ello se consiguió reflejando un láser en los espejos que fueron instalados en la superficie de nuestro satélite por las misiones Apolo. También el estudio de los púlsares binarios y el seguimiento mediante láser de los satélites LAGEOS permitió validar la misma Teoría de Einstein. Finalmente, la medida de los retrasos experimentados por una radioseñal emitida por la

sonda Cassini consiguió medir el efecto geodésico con una precisión del 0,002 por ciento. Así las cosas, no es de extrañar que la misión Gravity Probe B, plagada de graves dificultades técnicas, haya estado al borde de la cancelación en unas 7 ocasiones a lo largo de su desarrollo y haya sido el centro de un agrio debate en la comunidad científica.

El último examen de la misión realizado en 2008 pudo ser superado gracias a las aportaciones extraordinarias de capital privado, entre ellas la de la familia real de Arabia Saudí, que permitieron refinar el análisis de los datos. Se realizaron entonces modelos muy detallados de los efectos instrumentales que alteraban el giro de las esferas de manera indeseable, hasta conseguir una precisión aceptable en la identificación de los efectos relativistas. Francis Everitt, el físico de la Universidad de Stanford que ha pilotado la misión durante estas cinco décadas, puede por fin respirar tranquilo tras alcanzar su objetivo de una manera que ha sido calificado como heroica. Sus datos encajan bien tanto con la teoría como con las medidas anteriores. Sin embargo estos nuevos resultados pueden tener unas implicaciones tecnológicas superiores a las meramente científicas. La tecnología desarrollada podrá servir para optimizar la fabricación de relojes embarcados en naves espaciales. Es de esperar pues que los datos de Gravity Probe B sean de utilidad para mejorar la precisión de los sistemas de posicionamiento global mediante constelaciones de satélites.

También interesante

- Las esferas de Gravity Probe B entraron en el libro Guinness por ser las más perfectas fabricadas por el hombre. Las irregularidades en sus superficies no superan un espesor de 40 átomos. Si una de esas esferas tuviese el tamaño de la Tierra, sus valles y montañas no superarían, respectivamente, los 2 metros de profundidad y altura. Las esferas giraban a unas 10.000 revoluciones por minuto.
- El apantallamiento magnético de los giróscopos se lograba mediante su instalación en un recipiente Dewar de plomo de 1,25 centímetros de espesor enfriado, con Helio líquido, a unos 271 grados Celsius bajo cero. A tan bajas temperaturas, el plomo se hace superconductor y sirve así de pantalla magnética eficiente, manteniendo el campo magnético en las esferas por debajo de 10^{-5} Gauss. Al girar las esferas, el baño de niobio (también superconductor) crea un pequeño campo magnético alineado con el eje de giro (mediante el denominado efecto London). Unos sensores electrónicos (tipo SQUID) detectaban los cambios en el campo magnético registrando así la precesión del eje de giro.
- Aunque en gravedad próxima a cero, el Gravity Probe B no podía evitar el estar sometido a aceleraciones ocasionales. Tales aceleraciones eran compensadas inmediatamente mediante impulsos generados en el sistema de propulsión del satélite. De esta manera la gravedad a la que estaban sometidos los giróscopos nunca superaba una diez mil millonésima parte de la gravedad terrestre.