

Nombre: Curso: Fecha: 

**Consideremos dos hermanos gemelos; supongamos que uno de ellos se fuera de viaje en una nave espacial a una velocidad cercana a la luz y que el otro se quedara en la Tierra. Cuando volviera el gemelo viajero será mucho más joven que su hermano. ¿Por qué pasaría esto según la teoría de la relatividad?**

## LECTURA

Otra predicción de la relatividad general es que el tiempo debería transcurrir más lentamente cerca de un cuerpo de gran masa como la Tierra. Ello se debe a que hay una relación entre la energía de la luz y su frecuencia [es decir, el número de ondas de luz por segundo]: cuanto mayor es la energía, mayor es la frecuencia. Cuando la luz viaja hacia arriba en el campo gravitatorio terrestre, pierde energía y, por lo tanto, su frecuencia disminuye. [Esto significa que el período de tiempo entre una cresta de la onda y la siguiente aumenta]. A alguien situado arriba le parecería que todo lo que pasara abajo, en la Tierra, transcurriría más lentamente. Esta predicción fue comprobada en 1962, usándose un par de relojes muy precisos instalados en la parte superior e inferior de un depósito de agua. Se encontró que el de abajo, que estaba más cerca de la Tierra, iba más lento, de acuerdo exactamente con la relatividad general. La diferencia entre relojes a diferentes alturas de la Tierra es, hoy en día, de considerable importancia práctica debido al uso de sistemas de navegación muy precisos, basados en señales provenientes de satélites. Si se ignoraran las predicciones de la relatividad general, ¡la posición que uno calcularía tendría un error de varios kilómetros!

[...] La teoría de la relatividad elimina el concepto de tiempo absoluto. Consideremos un par de gemelos. Supongamos que uno de ellos se va a vivir a la cima de una montaña, mientras que el otro permanece al nivel del mar. El primer gemelo envejecerá más rápidamente que el segundo. Así, si volvieran a encontrarse, uno sería más viejo que el otro. En este caso, la diferencia de edad sería muy pequeña, pero sería mucho mayor si uno de los gemelos se fuera de viaje en una nave espacial a una velocidad cercana a la de la luz. Cuando volviera, sería mucho más joven que el que se quedó en la Tierra. Esto se conoce como la paradoja de los gemelos, pero es solo una paradoja si uno tiene siempre metida en la cabeza la idea de un tiempo absoluto. En la teoría de la relatividad no existe un tiempo absoluto único, sino que cada individuo posee su propia medida personal del tiempo, medida que depende de dónde está y de cómo se mueve. [...]

La vieja idea de un universo esencialmente inalterable que podría haber existido, y que podría continuar existiendo por siempre, fue reemplazada por el concepto de un universo dinámico, en expansión, que parecía haber comenzado hace cierto tiempo finito, y que podría acabar en un tiempo finito en el futuro.

S. W. HAWKING, *Historia del tiempo*

## CUESTIONES

- 1 ¿Qué concepción del tiempo defiende Einstein en la teoría de la relatividad?  
¿Qué concepción tienen Aristóteles y Newton del tiempo?
- 2 ¿Qué tipo de universo hay detrás de una y otra concepción del tiempo?
- 3 El texto habla de la aplicación de la teoría de la relatividad a los sistemas de navegación. Busca información de la relación entre el sistema de navegación GPS y la teoría de la relatividad. Di cómo funciona el GPS y cómo se justifica la importancia de esta relación en el texto.
- 4 En el ejemplo de los gemelos, ¿cómo se explica que uno envejezca más rápido que el otro?  
¿Es una paradoja o no?