

Reflejos del tiempo

En 1895, el genial escritor de ciencia ficción Herbert George Wells sorprendió a la comunidad intelectual con una de las obras claves del género, *The Time Machine*. En ella, él mismo aparece como un joven y atormentado científico que construye, tras la muerte de su prometida bajo infames circunstancias, una máquina capaz de alterar el continuo espacio-tiempo y proyectarle, en cuestión de segundos, hacia el más remoto pasado o hasta el futuro más alejado. Esta novela, que constituye un punto de referencia en el género, sirvió de inspiración a un sin fin de autores que han aportado su visión fantástica sobre los devaneos temporales. Así, casi sin darnos cuenta, hemos asimilado tal cantidad de novelas y cuentos que ya no dudamos en cla-

sificar al viaje temporal en el marco de la ciencia ficción, sin plantearnos siquiera un poco las posibilidades reales del mismo.

Sin embargo, sería interesante indagar sobre qué hay de ciencia y qué de ficción en el viaje temporal. Para ello podemos recurrir a las sabias enseñanzas del padre de la ciencia moderna, Albert Einstein, quien en 1905 nos obsequió con su Teoría Especial de la Relatividad, cuyo núcleo fundamental es la negación de la existencia del espacio y el tiempo absoluto newtoniano. Las dimensiones y la masa de un objeto, así como la duración de un acontecimiento, no son valores fijos, sino que sólo pueden determinarse considerando el movimiento de su marco de referencia en relación con un observador.



Daniel Pineda Tenor



De esta forma, desde el punto de vista de un observador inercial, a medida que un sistema en movimiento se aproxima a la velocidad de la luz —la cual no puede superarse y se halla en torno a 299.793 kilómetros por segundo—, los objetos tienden a disminuir su longitud, de forma que se contraen en dirección al movimiento, obteniendo una longitud nula en el límite de dicha velocidad. Asimismo, la masa de estos objetos aumentará en función de la velocidad, alcanzando su máximo en el límite de la velocidad de la luz. Por su parte, el paso del tiempo para un objeto en movimiento tendrá lugar de forma cada vez más lenta a medida que aumente la velocidad, hasta detenerse totalmente al alcanzar la velocidad de la luz. Esto es conocido con el nombre de la dilatación del tiempo y, teóricamente, permite realizar viajes al futuro.

Para comprender este fenómeno podemos usar la conocida paradoja de los gemelos. Imaginemos a dos hermanos gemelos, llamados Pin y Pon, que se han doctorado recientemente —año 3527 de la era galáctica— en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ambos se hallan en situación de realizar una necesaria experiencia posdoctoral en alguna universidad extraterrestre. Pin es un ser tranquilo al que no le gusta viajar, por lo que decide quedarse en la Tierra. Pon, por el contrario, tiene

un alma inquieta, y decide marcharse para continuar con su formación en los confines del universo.

Conocedor de los nocivos efectos que provoca la aceleración excesiva en las estructuras biológicas, Pon decide que su nave acelere a una tasa constante de un gramo, ya que al ser ésta la aceleración de la gravedad terrestre, el peso que experimente en la nave será el mismo que en la Tierra. Es el modo más cómodo de viajar, y para lograr mantenerlo durante todo el trayecto, la nave debe acelerar a un gramo durante la primera mitad del camino y posteriormente decelerar en la misma tasa en la última mitad. Finalmente, transcurridos 5 años, Pon alcanza su destino, se toma una cápsula de conocimiento posdoctoral y regresa de inmediato a la Tierra. Así, tras 10 años de viaje a velocidades cercanas a la de la luz, Pon vuelve a encontrarse con su hermano Pin, que le sonríe convertido en un anciano. ¿Qué ha sucedido? Aplicando las ecuaciones de Einstein bajo las condiciones descritas, en la Tierra han transcurrido 25 años, mientras que en la nave de Pon el tiempo se dilataba a medida que la velocidad aumentaba, de tal forma que el número de años transcurridos es tan sólo de 10. Quizás este hecho es difícil de aceptar y, aunque sea teóricamente posible, parece lógico mostrar cierto grado de incredulidad, sobre todo si no se dominan las matemáticas.

En este contexto, para obtener una comprobación empírica de la dilatación temporal se han realizado diversos experimentos empleando relojes atómicos. Si se realiza la medición de una línea espectral de un átomo de cesio 133 es posible obtener un sistema de medida altamente preciso, en el que un segundo se corresponde con la duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación a la transición entre dos niveles del átomo. Si se toman dos relojes atómicos sincronizados y se deja uno en situación de reposo, mientras que se somete al otro a una situación de alta velocidad, es posible apreciar cómo el último se “atrassa” con respecto al primero. Este hecho demuestra que las matemáticas de Einstein no mentían, y que sería probable, teóricamente, realizar un viaje hacia el futuro. El único problema es que actualmente no es ni remotamente posible el desarrollo de un vehículo capaz de desplazarse a las velocidades requeridas.

Ante esta desalentadora evidencia, tendremos que optar por la búsqueda de alguna forma alternativa de viajar en el tiempo. La clave vuelve a relacionarse con el doctor Einstein, que en 1915 propuso su Teoría de la Relatividad General, según la cual la estructura geométrica del espacio y del tiempo no es absoluta, sino que está determinada por la distribución de la masa y la energía existente en el Universo. Esto significa que la distancia entre dos

puntos del espacio-tiempo es alterada por la presencia de cuerpos masivos o energéticos. Este hecho tiene como consecuencia, por ejemplo, la desviación de las trayectorias de haces de luz al pasar cerca de las estrellas, o la formación de singularidades espacio-temporales en el interior de los agujeros negros.

Cada estrella presenta una serie de estadios que son regulados por su masa específica y por las fuerzas de gravedad y nucleares. A medida que el hidrógeno y demás combustible nuclear se agota, la estrella pasa de gigante roja a enana blanca, y posteriormente a estrella de neutrones. En cada uno de estos estadios su diámetro se reduce, y su masa, que apenas disminuye, se concentra en un volumen inferior. Así, la masa que conforma la estrella se sitúa a menor distancia del centro, generando un aumento en las fuerzas de gravedad que puede incluso llegar a superar la resistencia neutrónica, originando que la estrella se contraiga hasta un volumen cero y aumente su gravedad superficial hasta el infinito, así se forma un agujero negro. Bajo estas circunstancias, en el interior del agujero negro se establece una singularidad, en la que el espacio se curva hasta el infinito y el tiempo se detiene. Entonces, partiendo de un agujero negro es posible obtener una máquina del tiempo que nos permita

viajar al futuro, ya que lo único que tenemos que hacer es permanecer en su vórtice durante unos instantes, mientras que los acontecimientos por venir se desarrollan a toda velocidad fuera de él.

No obstante, la entrada en un agujero negro puede resultar algo peligrosa, ya que a medida que nos acercamos a la singularidad, la diferencia de gravedad que actúa sobre la longitud de nuestro cuerpo aumenta, con lo que se sufre un proceso de estiramiento que concluye inevitablemente con el desmembramiento del individuo. Sin embargo, este no es el mayor impedimento en la utilización de los agujeros negros como máquinas temporales. Veamos, cuando un vehículo espacial trata de abandonar la superficie de un planeta debe de superar la fuerza gravitatoria ejercida por él mismo, para lo cual es necesario alcanzar la denominada velocidad de escape, que dependerá de la masa del planeta y de lo cerca de su centro que nos encontremos. Así, por poner un ejemplo, la velocidad de escape para el planeta Tierra desde su superficie es de 11 kilómetros por segundo.

Cuando nos hallamos a una distancia considerable de un agujero negro, la atracción gravitatoria actuará situándonos en una órbita estable, como sucedería si nos topamos con cualquier cuerpo con masa. Sin embargo, a medi-

da que nos aproximamos, la fuerza de atracción gravitatoria ejercida sobre nosotros aumenta de tal forma que puede obligarnos a cruzar el llamado horizonte de sucesos, que constituye un auténtico punto de no retorno del agujero. Al pasarlo, la velocidad de escape necesaria para alejarnos se vuelve superior a la de la luz. Por este motivo, nada, ni siquiera la radiación luminosa, puede abandonar un agujero negro una vez atravesado el horizonte de sucesos.

Si no podemos viajar a velocidades superiores a las de la luz, no podemos escapar de los agujeros negros. ¿Hemos de renunciar entonces a utilizarlos como máquinas temporales? Si repasamos las ecuaciones de la Teoría de la Relatividad General podemos apreciar que son simétricas en el tiempo. Esto nos permite resolverlas en sentido opuesto, suponiendo que el tiempo está invertido, y deducir así la existencia de un tipo especial de agujero con propiedades opuestas al agujero negro habitual, uno que impida la entrada de cualquier objeto pero permita la salida de la materia. Así, de la unión de ambos tipos de agujeros se obtiene el denominado agujero de gusano, que conforma un canal a través del cual se podrían establecer viajes espacio-temporales.

Sin embargo, la conexión entre los dos agujeros implicados no superaría





el diámetro de un átomo y, además, sería altamente inestable, de tal forma que entraría en colapso una fracción de segundo después de su formación. La única manera de estabilizar este tipo de agujeros sería utilizando energía negativa —inferior a la del vacío— y materia exótica —de propiedades inusuales. Por desgracia, estos elementos no se han hallado aún en nuestro universo.

Con todo lo expuesto podemos concluir que, si bien los viajes temporales son posibles teóricamente, en la práctica la situación es algo más compleja. Sería para mi un auténtico placer ayudarles a solventar el problema, pero mi tiempo de parquímetro está a punto de expirar, y no me gustaría encontrar que la grúa se llevó mi DeLorean. ¿Cómo podría entonces regresar al futuro? 🤖

Daniel Pineda Tenor
Facultad de Ciencias,
Universidad de Málaga, España.

IMÁGENES

P. 73: Gordon Coster, Figure skater, 1940. Pp. 74 y 75:
Duane Michals, sin título, 1989. P. 76: Patricia Martín.
De la serie Residencia, 2001.

Palabras clave: Viaje temporal, relatividad, dilatación del tiempo.
Key words: time travels, relativity and time dilation.

Resumen: En este trabajo se explora la posibilidad teórica de realizar viajes temporales partiendo de los argumentos propuestos por Albert Einstein en la Teoría Especial de la Relatividad, de 1905 y en la Teoría general de la Relatividad de 1915.

Abstract: In this paper we examine the theoretical possibility of traveling to the past or future taking as basis the arguments proposed by Albert Einstein in his Special Theory of Relativity in 1905 and his General Theory of Relativity presented in 1915.

Daniel Pineda Tenor es licenciado en Biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga y obtuvo el Diploma de Estudios Avanzados tras superar su programa de doctorado. Actualmente disfruta de una beca de posgrado para la Formación de Profesorado Universitario, concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia de España.

Recepción: 9 de Marzo de 2005, aceptado 1 de diciembre de 2005