

10 COSAS QUE DEBERÍAS SABER

EL TIEMPO

Colin Stuart

Traducción de Carmen Cremades

Shackleton
— b o o k s —

El tiempo. 10 cosas que deberías saber

Publicado originalmente por The Orion Publishing Group Ltd of Hachette UK Limited, Carmelite House, 50 Victoria Embankment, London EC4Y 0DZ, England.

Título original: *Time. 10 Things you Should Know*

© de esta edición, Shackleton Books, S. L., 2026

© del texto, Colin Stuart

© de la traducción, Carmen Cremades

Shackleton
— b o o k s —

   @Shackletonbooks
shackletonbooks.com

Realización editorial: Bonallettera Alcompas, S. L.

Diseño de cubierta y maquetación: Ana Montero

Fotografías de cubierta: Shutterstock.com

ISBN: 978-84-1361-793-0

Depósito legal: B 15370-2026

Impreso por Elcograf (Italia)



Reservados todos los derechos. Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento y su distribución mediante alquiler o préstamo públicos.

*Para Arthur: qué gusto haber llegado por fin
a la misma región del espacio-tiempo en la que estás tú.*

*Y para mis tataranietos:
venid a verme, voy calentando el agua para el té...*

Contenido

Sobre el autor	7
Prefacio	9
1. La Tierra es un reloj pésimo	15
2. Las rocas son relojes	25
3. Los telescopios son máquinas del tiempo	37
4. La flecha del tiempo	47
5. El espacio y el tiempo no son tan diferentes como parece	57
6. Estamos rodeados de viajeros del tiempo	67
7. Tus pies son más jóvenes que tu cabeza	77
8. El tiempo se puede parar (tal vez)	87
9. ¿Sería posible matar a Hitler?	97
10. Tal vez el tiempo no sea más que una ilusión	107
Epílogo: Experimento para viajeros del tiempo	117
Agradecimientos	121

Sobre el autor

COLIN STUART es escritor y conferenciante especializado en astronomía, y ha acercado el universo a más de medio millón de personas. Sus libros han vendido más de 400 000 ejemplares en todo el mundo y han sido traducidos a 21 idiomas.

Ha publicado más de 200 artículos de divulgación científica en medios como *The Guardian*, *The Wall Street Journal*, *New Scientist* y la *European Space Agency*, entre otros. Además, es miembro de la Royal Astronomical Society y ha participado en programas de Sky News, BBC News y Radio 5 Live hablando sobre las maravillas del universo.

Prefacio

Lo llevamos atado a la muñeca y lo colgamos de las paredes. Para celebrar que sigue su curso, soplamos las velas y lanzamos fuegos artificiales, y a su paso deja huellas en nuestro rostro en forma de líneas y arrugas. Lo podemos aprovechar o malgastar. Podemos matarlo o disfrutar de él. Se puede ganar o perder.

Estamos tan obsesionados con el tiempo que es el sustantivo más usado en nuestra lengua. El tiempo lo dirá, el tiempo no espera a nadie, el tiempo todo lo cura y el tiempo vuela. Casi siempre desearíamos tener más. Pero ¿con qué frecuencia te paras a pensar en el tiempo en sí? ¿Sabrías explicárselo a otra persona? En el momento en que lo intentas, es como querer atrapar el agua con las manos: se te escapa entre los dedos.

Quizá nadie lo haya expresado mejor que el filósofo cristiano Agustín de Hipona, más conocido como san Agustín, cuando dijo: «¿Qué es el tiempo? Si no me lo preguntan, lo sé; si trato de explicarlo, no lo sé».

El propósito del libro que tienes entre las manos es explicar esta noción tan escurridiza desde el punto de vista de un físico. Como irás viendo, el tiempo no es solo una de las mayores incógnitas de la ciencia, sino también uno de los grandes misterios de la humanidad. Este viaje nos llevará desde los primeros intentos de medirlo, hace miles de años, hasta la vanguardia de la física moderna. Veremos cómo se puede ralentizar, acelerar e incluso, tal vez, detener. Descubrirás cómo viajar al pasado para encontrarte con tu antiguo yo, y es posible que hasta te convenzas de que el tiempo no es más que una ilusión.

El célebre físico Richard Feynman comparó en cierta ocasión nuestra pretensión de descifrar las leyes de la física con jugar al ajedrez sin poder ver todas las piezas y sin saberse las reglas: tenemos que descubrirlas por nuestra cuenta, a fuerza de ensayo y error, un poco de experiencia y alguna que otra ojeada rápida al tablero.

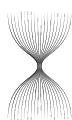
Hasta siglos recientes, los seres humanos hemos vivido apartados en un minúsculo rincón del tablero, atisbando apenas unos pocos movimientos. Como resultado, hemos forjado una concepción del tiempo muy concreta y la tenemos profundamente arraigada. Sin embargo, es errónea. Los físicos han demostrado, sin ningún género de dudas, que el tiempo no funciona como creemos.

Piensa en tus antepasados: abandonaban su lugar de origen en muy raras ocasiones, por no hablar de viajar al extranjero. Ahora bien, cuando alguien consigue salirse de los márgenes de su vida cotidiana, descubre que el mundo es mucho más grande de lo que parecía a simple vista: existen otras culturas, lenguas e ideas que jamás había imaginado. Maravillas sin igual. Sin embargo, en lo que respecta al tiempo, pocos hemos salido de nuestra pequeña aldea mental. Desde que Albert Einstein formulara la teoría de la relatividad, los extraordinarios avances que se han hecho en la física del último siglo nos proporcionan una visión mucho más completa del tiempo.

Descubrir esas ideas en la adolescencia, me cambió la vida. A partir de ese momento no quise estudiar nada más que física. Necesitaba saber

más. Me di cuenta enseguida de que era una disciplina mucho más amplia que los aburridos circuitos y palancas que nos enseñaban en clase. Llevo los últimos doce años escribiendo y hablando sobre el tiempo y el espacio porque quiero provocar en otros ese mismo clic mental. Y he visto caras de asombro... pero también he podido comprobar lo reacia que es la gente a abandonar sus ideas preconcebidas sobre el tiempo.

Cuando uno se enfrenta por primera vez a estas nociones es como cuando recibe un masaje de tejido profundo: al principio resulta incómodo, pero al final merece muchísimo la pena. Deja a un lado todo lo que crees saber sobre el tiempo y puede que la física te acabe cautivando tanto como a mí.



1. La Tierra es un reloj pésimo

Al nadador estadounidense Nathan Adrian le llega bajo el agua el lejano clamor del público en las gradas. Lo está dando todo para ser el primero en alcanzar el otro extremo de la piscina. En el carril vecino avanza el favorito de la carrera, el australiano James «el Misil» Magnussen. Ambos rivales van muy igualados y parece que tocan la pared a la par, pero el resultado confirma que Adrian se ha impuesto por un margen de tan solo 0,01 segundos.

Este final de infarto de los 100 metros libres masculinos en los Juegos Olímpicos de 2012 es un claro ejemplo de cómo se puede dividir el tiempo en segmentos infinitesimales. La más mínima fracción de segundo puede marcar la diferencia entre conseguir el oro o la plata. Y también hacerte ganar una fortuna. En 2009, unos obreros

de la construcción instalaron un cable subterráneo de 1300 kilómetros de largo entre la bolsa de Chicago y la de Nueva York, con un coste de 180 millones de dólares, solo para recortar en 0,000004 segundos lo que se tarda en enviar la información bursátil entre los dos centros financieros. Esa imperceptible diferencia incrementó los beneficios de los inversores en 12 000 millones de dólares anuales dentro de un sector donde, literalmente, el tiempo es oro.

La primera vez que se decidió dividir el inexorable paso del tiempo en fragmentos más manejables, no hacía falta tanta exactitud. De hecho, el minuterio del reloj no se inventó hasta 1680, y el segundero, una década después. Antiguamente, el sistema de medición del tiempo se basaba en los ciclos del cielo. El intervalo entre dos amaneceres se llamaba día, y se dividió en horas, minutos y segundos (en su origen, los dos últimos se llamaron, respectivamente, «primeros minutos» y «segundos minutos», y al final estos últimos se quedaron solo en «segundos»). Los días se agruparon en bloques de siete, llamados semanas. Se dedicó un día a cada uno de los siete objetos celestes que se veían moverse en el cielo: lunes, día de la

Luna; martes, de Marte; miércoles, de Mercurio; jueves, de Júpiter, viernes, de Venus.¹ Un mes —o ciclo lunar— es el tiempo que tarda la Luna en completar todas sus fases, desde que empieza a crecer hasta que mengua del todo.

El ciclo de las estaciones se repite cada 365 días —un año—, y hoy sabemos que ese es el tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta entera alrededor del Sol. Así que, en realidad, lo que celebras en tu cumpleaños es el haber dado una vuelta de más de mil millones de kilómetros alrededor de nuestra estrella más cercana.

No obstante, con las exigencias de la era digital moderna, este antiguo sistema se tambalea, sobre todo porque nuestro planeta no es un reloj muy preciso que digamos. El quid de la cuestión reside en que la rotación de la Tierra no es uniforme. Un día dura 24 horas porque eso es lo que

1 En español se advierte una notable influencia judeocristiana en los nombres del fin de semana, a diferencia del inglés, que conserva su origen pagano romano:

- Sábado = día de Saturno (*Saturday*). El cristianismo y el judaísmo lo sustituyeron por el término hebreo *Shabbat*, que pasó al latín cristiano como *Sabbatum*, y de ahí al castellano *sábado*.
- Domingo = día del Sol (*Sunday*). Se cambió por *Dies Dominicus* (Día del Señor), de donde derivó nuestra palabra *domingo*.

tarda nuestro planeta en dar una vuelta completa sobre su eje hasta que el Sol vuelve a verse en el mismo punto del cielo. Sin embargo, lejos de ser constante, esa velocidad varía.

En 2011, un terremoto de magnitud 9,1 sacudió el Pacífico. Provocó un maremoto colosal que alcanzó los 40 metros de altura y arrasó un área enorme de Japón, lo que causó la muerte de más de diez mil personas. Más de cien mil edificios se derrumbaron. En la central nuclear de Fukushima, tres reactores sufrieron una fusión nuclear, en lo que hasta el día de hoy ha sido el peor accidente nuclear desde Chernóbil. El terremoto fue tan descomunal que desplazó más de dos metros toda la isla de Honshu, la mayor de Japón. Además, la intensidad del terremoto aceleró la rotación de la Tierra, reduciendo en 1,8 millonésimas de segundo la duración del día. Los terremotos de Chile de 2010 y el de Sumatra en 2004 también lo acortaron en una magnitud similar.

Otro fenómeno que causa estragos en nuestra medición del tiempo es la fuerza gravitacional de la Luna. La atracción que ejerce sobre nuestro planeta provoca la elevación de una inmensa masa de agua, la que se encuentre por la parte de la Tierra

que está más cercana. En ese momento, en la costa se registra una marea alta. La Luna hace todo lo posible por retener esa masa de agua en su posición, mientras la Tierra sigue rotando. Cuando estás en la playa y ves que baja la marea, jurarías que es el mar el que huye de la arena. Pero en realidad es la rotación de la Tierra la que os aleja a ti y a la costa del agua. Al tener que girar bajo esa masa de agua, la Tierra pierde parte de su velocidad de rotación, lo que provoca que la duración del día se vaya haciendo un poco más larga. Debido a este efecto gradual pero constante, los días se alargan 0,0017 segundos cada siglo. Aunque no parezca gran cosa, todo suma. Por increíble que parezca, hace 430 millones de años, el día duraba poco menos de 21 horas, y había 420 amaneceres al año en lugar de 365. No es una simple conjetura: los fósiles de coral lo corroboran. El coral está compuesto de carbonato cálcico, que se estratifica en forma de líneas diarias a medida que crece el organismo. Dado que su crecimiento es mayor en la estación seca que en la lluviosa, las líneas configuran un patrón que se repite cada año. Así vemos que en restos fósiles cada sección contiene exactamente 420 líneas, lo que equivale a un año de 420 días.

El hecho de que la Tierra sea un reloj pésimo repercute seriamente en nuestra forma de definir los segundos. En 24 horas hay 86 400 segundos, por lo que inicialmente la duración de un segundo se definió, simplemente, como la $1/86\,400$ parte de un día. Ahora bien: si la duración del día es variable, también lo será la del segundo. ¿Cómo puede un segundo de hoy ser más corto o más largo que uno de ayer? A medida que los ordenadores empezaron a generalizarse, resultó indispensable que todos operaran bajo un mismo sistema horario, así que se hizo necesaria una estandarización. De esta manera, en 1956, la comunidad científica pasó a definir el segundo como una fracción del año y no del día, ya que la velocidad de traslación de la Tierra alrededor del Sol es más regular que la de rotación alrededor de su eje. A partir de entonces, un segundo equivaldría a la $1/31\,556\,925,9747$ parte de un año. Y no de cualquiera, sino concretamente del año 1900. Dado que incluso la duración de un año varía ligeramente, tuvieron que elegir uno determinado. Pero este cambio resultó ser temporal. Solo once años después, en 1967, se descartó definitivamente nuestro impredecible planeta como

unidad de medida del tiempo, y el segundo pasó a calcularse en función de los componentes fundamentales del universo: los átomos.

Los átomos son minúsculos. Hay más en una cucharadita de agua que cucharaditas de agua en todo el océano Atlántico. Quizá la forma más fácil de entenderlos sea imaginándolos como un sistema solar en miniatura: con un núcleo central, que se parece un poco al Sol y, a su alrededor, unas partículas girando a gran velocidad, como si fueran planetas. Esas partículas son los electrones, y solo pueden ocupar determinadas órbitas, a las que los físicos se refieren como «niveles de energía». El más bajo de estos niveles —la órbita más cercana al núcleo— se denomina «estado fundamental». A su vez, determinado nivel de energía puede desdoblarse en pequeños subniveles. Los que nos interesan aquí son los denominados «hiperfinos». Cuando un electrón desciende de uno de estos niveles energéticos a otro inferior, la energía que pierde se libera en forma de radiación.

A partir de todo esto, llegamos a la definición moderna de *segundo* tal y como la adoptó el Comité Internacional de Pesas y Medidas en la decimotercera Conferencia General de 1967.

Agárrate, porque la definición se las trae: «El segundo es la duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133». La redacción se retocó ligeramente en 2019, pero la duración exacta del segundo no ha cambiado.

Por fortuna, todo esto se decidió entre bastidores, por lo que la gran mayoría de la población se mantuvo completamente ajena a ello. Sin embargo, de vez en cuando salta a la palestra algo que tal vez te suene: los segundos intercalares. Su origen se debe a que, en esencia, ahora convivimos con dos sistemas horarios distintos: el tiempo atómico y el tiempo solar. Los relojes atómicos de cesio pueden funcionar durante cientos de millones de años sin desfasarse ni un segundo, por lo que a medida que ambos sistemas se van distanciando, queda patente la falta de precisión de la Tierra. Por eso, de vez en cuando, tenemos que sumarle un segundo al año natural para que los dos sistemas vuelvan a estar sincronizados. Los últimos minutos de 2005, 2008 y 2016 duraron 61 segundos en lugar de 60. En el momento de escribir estas líneas, se han añadido 27 segundos

intercalares desde el primero que se introdujo, en 1972. Ese año fue dos segundos más largo, ya que se sumó un segundo adicional en junio y otro en diciembre. Si dejáramos que ambos sistemas se desfasaran sin ajustarlos, nos acabaríamos viendo en un escenario donde nuestro reloj marcase las doce del mediodía en plena noche.

Al fin y al cabo, este es un mecanismo con el que ya estamos familiarizados gracias a los años bisiestos. Nuestro año actual tiene 365 días, pero la Tierra tarda una media de 365,2425 días en dar una vuelta completa alrededor del Sol. Si no se añadiera un día extra a febrero cada cuatro años para compensar ese cuarto de día que perdemos, las estaciones se desfasarían y en el hemisferio norte acabaríamos teniendo el invierno en junio y el verano en diciembre. Este sistema se conoce como calendario gregoriano en honor al papa Gregorio XIII, quien lo introdujo en 1582. Hasta entonces, numerosos países europeos seguían el calendario juliano, de Julio César, que no computaba aquellos cuartos de día adicionales. Gran Bretaña acabó adoptando el nuevo calendario en 1751 para frenar el desfase de las estaciones, lo que supuso un final abrupto para ese año, que

terminó de golpe cuando apenas llevaba 282 días. Luego, para sincronizarse con el resto de Europa y corregir el desfase acumulado, se eliminaron de un plumazo once días de 1752: al miércoles 2 de septiembre le sucedió directamente el jueves 14 de septiembre. ¡Pobre de ti si tu cumpleaños caía entre medias!



2. Las rocas son relojes

Los arqueólogos trabajan sin descanso en las oscuras y húmedas cuevas del río Dryanovo, en Bulgaria, rastreando cada centímetro en busca de pistas sobre los seres humanos que vivieron allí antes que nosotros. Les tocó la lotería cuando encontraron un diente. Investigando más a fondo, encontraron seis fragmentos de huesos humanos, colgantes hechos con dientes de oso y huesos de animales que mostraban claros signos de descuartizamiento.

La cuestión principal es: ¿cuánto tiempo llevaban ahí? Nuestra relación con el pasado es incierta. Cuanto más vivimos, más vagos se vuelven nuestros recuerdos. Por eso hemos inventado métodos más eficaces para preservar la historia. La primera película se grabó en 1888: