

POR QUÉ EL TIEMPO VUELA



UNA INVESTIGACIÓN NO SOLO CIENTÍFICA

ALAN BURDICK

FINALISTA DEL NATIONAL BOOK AWARD

Lectulandia

Por qué el tiempo vuela

Una investigación no solo científica

Alan Burdick

Traducción de
Pablo Hermida Lazcano

Para Susan

Te confieso, Señor, que todavía no sé lo que es el tiempo. De la misma manera te confieso que estoy diciendo estas cosas en el tiempo, que «ha mucho» que estoy hablando del tiempo y que este «mucho tiempo» no sería tal si no fuera por la duración del tiempo.

SAN AGUSTÍN,
Confesiones

Una de las chicas ideó un método para poner los sellos en los sobres que le permitía trabajar a una velocidad de entre cien y ciento veinte sobres por minuto... No sabemos qué procesos exactos se siguieron al desarrollar el método, ya que la chica lo estudió y lo puso en funcionamiento mientras el autor estaba de vacaciones.

FRANK GILBRETH,
*Motion Study: A Method for Increasing the Efficiency of the
Workman*

Algunas noches, últimamente más de las que quisiera, me despierto con el sonido del reloj que tengo junto a la cama. La habitación está oscura, sin detalles, y en la oscuridad el cuarto se expande de tal manera que tengo la sensación de estar al aire libre, bajo un vacío cielo infinito, aunque al mismo tiempo bajo tierra, en una enorme caverna. Podría estar cayendo por el espacio. Podría estar soñando. Podría estar muerto. Solo se mueve el reloj, con su tictac constante, pausado, implacable. En esos momentos comprendo con la claridad más espeluznante que el tiempo se mueve en una sola dirección.

Al principio, o justo antes del principio, no existía el tiempo. Según los cosmólogos, el universo comenzó hace casi catorce mil millones de años con una gran explosión o *Big Bang* y, en un instante, se expandió hasta algo más próximo a su tamaño actual, y continúa expandiéndose a una velocidad superior a la de la luz. Antes de todo eso, sin embargo, no había nada: ni masa, ni materia, ni energía, ni gravedad, ni movimiento, ni cambio. No había tiempo.

Tal vez tú puedas imaginar cómo era aquello. Yo soy incapaz de comprenderlo. Mi mente se niega a aceptar la idea y, en lugar de ello, insiste en preguntar: ¿De dónde vino el universo? ¿Cómo aparece algo a partir de la nada? Aceptemos como hipótesis que quizás el universo no existiera antes del *Big Bang*, pero explotó *en* algo, ¿no? ¿De qué se trataba? ¿Qué había antes del principio?

Formular estas preguntas, dice el astrofísico Stephen Hawking, es como estar en el Polo Sur y preguntar por dónde se va al sur: «Los tiempos pasados simplemente no podrían definirse». Tal vez Hawking esté intentando tranquilizarnos. Lo que parece querer decir es que el lenguaje humano posee un límite. Nosotros (o al menos el resto de nosotros) llegamos a este límite cada vez que reflexionamos sobre lo cósmico. Imaginamos mediante analogías y metáforas: esa cosa extraña y vasta es como esta otra más pequeña y más familiar. El universo es una catedral, un mecanismo de

relojería, un huevo. Pero los paralelismos acaban divergiendo; solo un huevo es un huevo. Estas analogías atraen precisamente porque constituyen elementos tangibles del universo. Como términos son autosuficientes, pero no pueden contener al contenedor que los engloba.

Lo mismo sucede con el tiempo. Cada vez que hablamos de él, lo hacemos en términos de algo menor. Encontramos o perdemos tiempo como un juego de llaves, lo ahorramos y lo gastamos como el dinero. El tiempo pasa, se desliza, vuela, se escapa, fluye y se detiene; es abundante o escaso; pesa sobre nosotros de manera palpable. Las campanas suenan durante un tiempo «largo» o «corto», como si su sonido pudiera medirse con una regla. La infancia se aleja, los plazos se acercan. Los filósofos contemporáneos George Lakoff y Mark Johnson han propuesto un experimento mental: por un momento, intenta abordar el tiempo estrictamente en sus propios términos, despojado de toda metáfora. Quedarás con las manos vacías. «¿Seguiría el tiempo siendo todavía tiempo para nosotros si no pudiéramos *perderlo* o *administrarlo*? —se preguntan—. Creemos que no.»

Empieza con una palabra, como hizo Dios, insta Agustín al lector: «Hablaste y se crearon las cosas. Mediante tu palabra las creaste».

Corre el año 397. A sus cuarenta y tres, Agustín se halla a mitad de su vida y ejerce como abrumado obispo de Hipona, una ciudad portuaria del norte de África del caído Imperio romano. Ha escrito docenas de libros —recopilaciones de sermones, reprimendas eruditas a sus rivales teológicos— y ahora emprende las *Confesiones*, una obra extraña y fascinante que tardará cuatro años en completar. En los primeros nueve de sus trece capítulos, Agustín cuenta los detalles clave de su vida, desde su más tierna infancia (hasta donde es capaz de inferir) hasta su aceptación oficial del cristianismo, en el 386, y la muerte de su madre al año siguiente. Por el camino da cuenta de sus pecados, entre los que figuran el hurto (robó peras del peral de un vecino), el sexo extramatrimonial, la astrología, la adivinación, las supersticiones, el interés por el teatro, y más sexo. (En realidad, Agustín fue monógamo durante la mayor parte de su vida, primero con una compañera de toda la vida y más tarde con una esposa de un matrimonio concertado, tras lo cual optó por la castidad.)

Los cuatro capítulos restantes son completamente diferentes: una extensa meditación sobre, en orden ascendente, la memoria, el tiempo, la eternidad y la Creación. Agustín habla con franqueza de su ignorancia del orden divino y natural, y

persevera en su búsqueda de la claridad. Sus conclusiones y su método introspectivo inspirarán durante siglos a los filósofos subsiguientes, desde Descartes (cuyo *cogito ergo sum*, pienso luego existo, es un eco directo del *dubito ergo sum*, dudo luego existo, de Agustín) hasta Heidegger y Wittgenstein. Lidia con el Principio: «Comenzaré por responder al interrogador que pregunta: “¿Qué hacía Dios antes de crear el cielo y la tierra?”. Pero no responderé con ese chiste que alguien habría contado: “Está preparando el infierno para aquellos que escudriñan con curiosidad las cuestiones profundas”».

En ocasiones se describen las *Confesiones* de Agustín como la primera autobiografía auténtica, una historia en la que uno mismo cuenta cómo ha ido creciendo y cambiando con el tiempo. Yo he llegado a considerarlas unas memorias de evasión. En los primeros capítulos, la divinidad llama a la puerta, pero Agustín no responde. Engendra un hijo ilegítimo; mientras estudia retórica en Roma, hace buenas migas con un grupo de amigos agitadores a los que llama «los destructores»; su devota madre se preocupa por su díscolo estilo de vida. Agustín describirá más tarde este período de su vida como «mera distracción ansiosa». Sus *Confesiones* manifiestan lo que hemos llegado a aceptar como una idea netamente moderna, conocida por cualquiera que esté familiarizado con la psicoterapia: que nuestro pasado disperso puede transformarse en un presente significativo. Tus recuerdos son tuyos y, a través de ellos, puedes configurar por ti mismo un nuevo relato que te ilumine y te defina. «Que a partir de los días de previa dispersión puedo construir mi propia identidad», escribe Agustín. Se trata de la autobiografía como autoayuda. Las *Confesiones* son un libro que trata de muchas cosas, entre las que destacan las palabras y su capacidad de redimir a través del tiempo.

Durante mucho tiempo, el tiempo era algo que yo hacía todo lo posible por evitar. Por ejemplo, durante buena parte de mi adultez temprana me negaba a llevar reloj. No estoy muy seguro de cómo aterricé en esa decisión. Recuerdo vagamente haber leído que Yoko Ono nunca lo lleva porque odia la idea de tener el tiempo atado a su muñeca con una correa. Aquello tenía sentido. Me parecía que el tiempo era un fenómeno externo, impuesto y opresivo y, por consiguiente, algo que podía decidir activamente eliminar de mi persona y dejar atrás.

Esta idea me confirió inicialmente una profunda sensación de placer y de alivio, como ocurre con frecuencia con las rebeliones. También solía implicar que cuando

me dirigía hacia algún lugar o a encontrarme con alguien, no estaba en absoluto fuera del tiempo, sino que iba simplemente por detrás de él. Iba tarde. Con tanta eficacia evitaba el tiempo que pasó mucho tiempo antes de que comprendiera que eso era lo que estaba haciendo. Y a ese descubrimiento le siguió enseguida otro: estaba evitando el tiempo porque en secreto lo temía. Conseguía una sensación de control al percibir el tiempo como algo externo, como si fuera algo en lo que pudiera entrar y de lo que pudiera salir como un riachuelo, o esquivar del todo como una farola. Pero en lo más profundo de mi ser sentía la verdad: el tiempo estaba —está— *en* mí, en nosotros. Está ahí desde el momento en que me despierto hasta el momento en que me duermo, inunda el aire, impregna la mente y el cuerpo, se desliza por mis células, atraviesa todo momento de mi vida y continuará avanzando mucho después del momento en que deje atrás todas las células. Me sentía infectado. Y, sin embargo, era incapaz de decir de dónde venía y mucho menos adónde iba el tiempo (y sigue yendo, filtrándose incesantemente). Como sucede con tantas cosas que uno teme, yo no tenía ni la más remota idea de lo que es el tiempo en realidad, y mi destreza para evitarlo no hacía más que alejarme de cualquier respuesta auténtica.

Hasta que un buen día, más remoto de lo que me gustaría, emprendí un viaje por el mundo del tiempo con el fin de comprenderlo; para preguntar, como hiciera Agustín: «¿De dónde viene, qué está atravesando y adónde va?». Los aspectos más puramente físicos y matemáticos del tiempo siguen siendo debatidos por las grandes mentes de la cosmología. Lo que a mí me interesaba, y lo que la ciencia solo ha comenzado a revelar, es cómo se manifiesta el tiempo en la biología: cómo lo interpretan y lo cuentan las células y la maquinaria subcelular, y cómo esa narración se filtra hacia arriba para adentrarse en la neurobiología, la psicología y la conciencia de nuestra especie. Mientras viajaba por el mundo de la investigación del tiempo y visitaba a sus muchos «ólogos», buscaba respuestas a preguntas que me acosan desde hace mucho, y quizás también a ti, tales como: ¿Por qué el tiempo parecía durar más cuando éramos niños? ¿Se ralentiza de veras la experiencia del tiempo cuando estás en un accidente de coche? ¿Cómo es que soy más productivo cuando tengo demasiadas cosas que hacer, mientras que cuando dispongo de todo el tiempo del mundo tengo la impresión de no hacer nada? ¿Tenemos un reloj interior que cuenta los segundos, las horas y los días, como el reloj de un ordenador? Y si tenemos un reloj semejante, ¿hasta qué punto es flexible? ¿Puedo hacer que el tiempo se acelere, se ralentice, se detenga o se invierta? ¿Cómo y por qué vuela el tiempo?

No sé qué es lo que perseguía exactamente; tal vez tranquilidad de espíritu, o acaso algún conocimiento de lo que Susan, mi mujer, describiera en cierta ocasión como mi «negación deliberada del paso del tiempo». Para Agustín, el tiempo era una ventana abierta al alma. A la ciencia moderna le preocupa más investigar el marco y la textura de la conciencia, un concepto solo ligeramente menos escurridizo. (William James despachó la conciencia como «el nombre de una no entidad..., un mero eco, el tenue rumor que deja atrás el “alma” que se desvanece en el aire de la filosofía».) Ahora bien, como quiera que la llamemos, compartimos una idea aproximada de lo que significa: una sensación duradera de nuestro yo moviéndose en un mar de yoes, dependiente pero solitario; una sensación, o quizás un deseo profundo y común, de que yo pertenezco de algún modo al *nosotros*, y de que este *nosotros* pertenece a algo todavía mayor y menos comprensible; y el pensamiento recurrente —tan fácil de dejar de lado en el esfuerzo cotidiano por cruzar la calle con seguridad y ocuparnos de la lista de tareas pendientes, mucho menos para confrontar las auténticas crisis del mundo— de que mi tiempo, nuestro tiempo, importa precisamente porque termina.

Entonces me imaginé una meditación, y con un poco de suerte un cálculo. Debería mencionar en este punto que tardé en escribir mi anterior libro mucho más de lo que había planeado o incluso imaginado. Así pues, me prometí a mí mismo que empezaría un libro nuevo solo con la condición de acabar a tiempo y en un plazo de tiempo razonable. En efecto, *Por qué el tiempo vuela* sería un libro sobre el tiempo escrito a tiempo. Por supuesto, no fue así. Lo que empezó como un viaje fue evolucionando en una mezcla de pasatiempo y obsesión, acompañándome de un trabajo a otro, por el nacimiento de mis hijos, la guardería, la escuela primaria, las vacaciones en la playa y los plazos y las cenas cancelados. Bajo su influjo contemplé el reloj más preciso del mundo, experimenté las noches blancas del Ártico y caí desde muy alto en brazos de la gravedad. Mi tema se instaló para largo cual huésped hambriento, seductor e instructivo, al igual que el propio tiempo.

Apenas había comenzado cuando descubrí un hecho fundamental sobre el tiempo: no existe una verdad única sobre él. Antes bien, me topé con multitud de científicos a través del espectro de las investigaciones sobre el tiempo; cada uno de ellos podía hablar con confianza sobre su estrecha longitud de onda, pero ninguno de ellos lograba explicar cómo se forma con todo esto la luz blanca o en qué consiste esta. Uno de ellos me dijo: «Justo cuando crees entender lo que sucede, aparece un experimento que altera un pequeño aspecto, y de repente vuelves a descubrir que no

sabes lo que ocurre». Si en algo están de acuerdo los científicos es en que nadie sabe lo suficiente sobre el tiempo y en que esta falta de conocimiento resulta sorprendente, habida cuenta de que el tiempo es algo omnipresente y fundamental en nuestra vida. Otro investigador me dijo: «Puedo imaginarme que un día vengan los extraterrestres del espacio exterior y digan: “En realidad el tiempo es esto y lo otro”, y todos asintamos con la cabeza como si siempre hubiera resultado obvio». En todo caso, el tiempo me recordaba mucho al tiempo atmosférico: algo de lo que todo el mundo habla pero sin hacer nada al respecto. Yo tenía la intención de hacer ambas cosas.

Las horas

Antes cabe esperar un acuerdo entre filósofos que entre relojes.

SÉNECA, *La calabacificación de Claudio*

Me instalo en un asiento del metro de París y me quito las legañas de los ojos. Me siento desorientado. El calendario dice que estamos a finales del invierno, pero fuera de mi ventana el día es cálido y hermoso, las yemas de las hojas relucen, la ciudad está resplandeciente. Ayer llegué de Nueva York y salí con unos amigos hasta pasada la medianoche; hoy mi cabeza sigue a oscuras, pegada a una estación y a un huso horario varias horas por detrás de mí. Lanzo una mirada a mi reloj: 9:44 de la mañana. Como de costumbre, llego tarde.

El reloj es un regalo reciente de mi suegro, Jerry, que lo llevó muchos años. Cuando Susan y yo nos comprometimos, sus padres me ofrecieron comprarme un reloj nuevo. Yo me negué, pero durante mucho tiempo estuve preocupado por haberles causado una mala impresión. ¿Qué clase de yerno ignora la hora? Así pues, cuando Jerry me ofreció más adelante su viejo reloj de pulsera, me apresuré a aceptarlo. Era una esfera dorada en una ancha pulsera plateada; una cara negra con la marca (Concord) y la palabra *quartz* (cuarzo) en negrita, y las horas indicadas mediante líneas sin números. Me gustaba el nuevo peso en mi muñeca, que me hacía sentirme importante. Le di las gracias y comenté, con mayor precisión de la que podía vislumbrar en aquel momento, que sería un útil complemento para mi investigación sobre el tiempo. A juzgar por mis sentidos, había llegado a creer que el tiempo «de ahí afuera» de los relojes y los horarios de trenes es cuantitativamente distinto del tiempo que fluye por mis células, mi cuerpo y mi mente. Pero lo cierto era que yo sabía tan poco sobre el primero como sobre el segundo. Ignoraba cómo funcionaba un reloj concreto y cómo se las arreglaba para concordar con los demás relojes en los que reparaba de vez en cuando. Si existía una diferencia auténtica entre el tiempo exterior y el tiempo interior, tan real como la diferencia entre la física y la biología, yo no tenía ni la más remota idea de en qué consistía.

Por tanto, mi nuevo reloj usado sería una suerte de experimento. ¿Qué mejor manera de sondear mi relación con el tiempo que pegármelo físicamente durante algún tiempo? Los resultados no se hicieron esperar. Durante las primeras horas que llevé el reloj, no podía pensar en otra cosa. Hacía sudar mi muñeca y me tiraba de todo el brazo. El tiempo transcurría lentamente y mi mente quedaba atrapada en ese lento arrastre. Enseguida me olvidé del reloj. Pero en la noche del segundo día volví a recordarlo súbitamente cuando, mientras bañaba a uno de nuestros hijos en la bañera, lo noté en mi muñeca, bajo el agua.

Confiaba secretamente en que el reloj me confiriese un cierto grado de puntualidad. Por ejemplo, me parecía que si observaba el reloj con la frecuencia suficiente, todavía podría llegar a tiempo a mi cita de las diez en Sèvres, en las afueras de París, en el Bureau International des Poids et Mesures, la Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM, por sus siglas en francés). La Oficina es una organización de científicos dedicada a perfeccionar, calibrar y estandarizar las unidades básicas de medida usadas en todo el mundo. A medida que se globalizan nuestras economías, se torna cada vez más imperativo que todos estemos exactamente en la misma página metrológica: que un kilogramo en Estocolmo sea exactamente igual que un kilogramo en Yakarta, que un metro en Bamako sea exactamente igual que un metro en Shanghái, que un segundo en Nueva York sea exactamente igual que un segundo en París. La Oficina es las Naciones Unidas de las unidades, el estandarizador mundial de los estándares.

La organización se creó en 1875 mediante la Convención del Metro, un tratado destinado a garantizar que las unidades básicas de medida fuesen uniformes y equivalentes a través de las fronteras nacionales. (El primer acto de la Convención fue para que la Oficina distribuyera reglas: treinta barras de platino e iridio medidas con precisión, que resolverían las discrepancias internacionales con respecto a la longitud correcta del metro.) Diecisiete naciones miembros integraban originalmente la Oficina; en la actualidad la componen cincuenta y ocho, incluidas todas las principales naciones industrializadas. La serie de unidades estandarizadas que supervisa se ha elevado a siete: el metro (longitud), el kilogramo (masa), el amperio (corriente eléctrica), el kelvin (temperatura), el mol (volumen), la candela (intensidad luminosa) y el segundo.

Entre sus múltiples tareas, la Oficina mantiene una única hora mundial oficial para toda la Tierra, llamada tiempo universal coordinado o UTC. (Cuando se ideó el UTC, en 1970, los organizadores no se pusieron de acuerdo sobre si usar el acrónimo inglés, CUT, o el acrónimo francés, TUC, por lo que propusieron UTC como solución de compromiso). Todos los relojes del mundo, desde los relojes extremadamente precisos de los satélites de posicionamiento global en órbita hasta el reloj de engranajes de muñeca, están sincronizados directa o indirectamente con el UTC. Dondequiera que vivas o vayas, cuandoquiera que preguntes qué hora es, la respuesta está mediada en última instancia por los cronometradores de la Oficina.

«El tiempo es lo que todo el mundo acepta que es el tiempo», me explicó en cierta ocasión un investigador. Llegar tarde es, pues, llegar tarde de acuerdo con el tiempo convenido. Por definición, la hora de la Oficina no es meramente la hora más correcta del mundo, sino que es precisamente la hora correcta. Esto significaba, mientras miraba mi reloj una vez más, que no solo llegaba tarde: llegaba tan tarde como siempre he llegado y tan tarde como es posible llegar. No tardaría en descubrir cuán a la zaga del tiempo iba yo en realidad.

Un reloj hace dos cosas: hace tictac y cuenta los tictacs. La clepsidra o reloj de agua hace tictac con el goteo constante del agua que, en los dispositivos más avanzados, mueve un conjunto de engranajes que empujan una aguja a lo largo de una serie de números o marcas, indicando así el paso del tiempo. La clepsidra se utilizaba ya hace al menos tres mil años, y los senadores romanos la empleaban para impedir que sus colegas hablaran demasiado tiempo. (Según Cicerón, «pedir el reloj» significaba pedir la palabra, y «dar el reloj» significaba cederla.) El agua marcaba las horas y significaba el tiempo.

A lo largo de la mayor parte de la historia, sin embargo, en la mayoría de los relojes, lo que hacía tictac era la Tierra. Mientras el planeta rota sobre su eje, el sol atraviesa el cielo y proyecta una sombra móvil; proyectada sobre un reloj de sol, la sombra indica en qué momento del día estamos. El reloj de péndulo, inventado en 1656 por Christiaan Huygens, depende de la gravedad (influida por la rotación terrestre) para balancear un peso de un lado a otro, que empujan un par de manecillas. Un tictac es simplemente una oscilación, un latido uniforme; el giro de la Tierra marcaba el ritmo.

En la práctica, lo que hacía tictac era el día, el intervalo rotatorio de un amanecer al siguiente. Todo cuanto había entre medias (las horas y los minutos) era artificial, una forma humana de dividir el día en unidades manejables para nuestro disfrute, empleo y comercio. Nuestros días están progresivamente gobernados por los segundos. Estos son la moneda de la vida moderna, los céntimos de nuestro tiempo. Omnipresentes y decisivos en caso de necesidad (por ejemplo, cuando consigues hacer una conexión de tren por los pelos), pero suficientemente marginales para ser desperdiciados o eliminados a es- puertas sin pensarlo. Durante siglos, el segundo existía solo en abstracto. Era una subdivisión matemática, definida de manera relacional: el resultado de dividir un minuto entre 60, una hora entre 3.600 o un día entre 86.400.

Los péndulos de segundos aparecieron en algunos relojes alemanes en el siglo xv. Pero el segundo no adquiriría una forma física fiable, o al menos audible, hasta 1670, cuando el relojero británico William Clement incorporó un péndulo de segundos, con su familiar tictac, al reloj de péndulo de Huygens.

El segundo llegó plenamente en el siglo xx con la aparición del reloj de cuarzo. Los científicos habían descubierto que el cristal de cuarzo resuena como un diapasón, vibrando decenas de miles de veces por segundo cuando se introduce en un campo eléctrico oscilante; la frecuencia exacta depende del tamaño y la forma del cristal. Un artículo de 1930 titulado «The Crystal Clock» [«El reloj de cristal»] observaba que esta propiedad podría mover un reloj; su hora, derivada de un campo eléctrico en lugar de la gravedad, se revelaría fiable en zonas sísmicas y en trenes y submarinos en movimiento. Los relojes de cuarzo actuales suelen usar un cristal que ha sido diseñado por láser para vibrar exactamente 32.768 (o 2^{15}) veces por segundo, es decir, a 32.768 hercios. Esto ofrecía una definición práctica del segundo: 32.768 vibraciones del cristal de cuarzo.

En la década de 1960, cuando los científicos lograron medir que el átomo de cesio experimentaba naturalmente 9.192.631.770 vibraciones cuánticas por segundo, el segundo se redefinió oficialmente con una precisión de varios decimales más. Nació el segundo atómico y el tiempo cambió drásticamente. El viejo esquema temporal, conocido como tiempo universal, iba de arriba abajo: el segundo se contaba como una fracción del día, que se definía en función del movimiento de la Tierra en los cielos. Ahora, en cambio, el día se mediría de abajo arriba, como una acumulación de segundos. Los filósofos debatían si este nuevo tiempo atómico era tan «natural» como el viejo. Pero había un problema más importante: ambos tiempos no coinciden del todo. La precisión creciente de los relojes atómicos revelaba que la rotación de la Tierra se está ralentizando gradualmente, incrementando muy levemente la duración de cada día. Cada dos años esta ligera diferencia equivale a un segundo; desde 1972, el tiempo atómico internacional ha aumentado cerca de medio minuto de «segundos intercalares» para sincronizarlo con el planeta.

En los viejos tiempos, cualquiera podía calcular sus propios segundos por simple división. En la actualidad, los segundos nos los suministran los profesionales; el término oficial es «difusión», que sugiere una actividad parecida a la jardinería o a la distribución de propaganda. Por todo el mundo, principalmente en los laboratorios cronométricos nacionales, unos trescientos veinte relojes de cesio, cada uno del

tamaño de una maleta pequeña, y más de un centenar de grandes dispositivos máser generan o «producen» segundos de gran precisión de forma casi continua. (A su vez, los relojes de cesio se cotejan con un estándar de frecuencia generado por unos dispositivos denominados fuentes de cesio, de los que existen en torno a una docena, que emplean un láser para lanzar átomos de cesio en el vacío.) A continuación estas producciones se suman para revelar la hora del día. Como me explicó en cierta ocasión Tom Parker, antiguo líder de grupo del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés): «El segundo es la cosa que hace tictac; el tiempo es la cosa que cuenta los tictacs».

El NIST es una agencia federal que ayuda a producir el tiempo civil oficial para los Estados Unidos. Los expertos de sus dos laboratorios —en Gaithersburg, Maryland, y Boulder, Colorado— mantienen en funcionamiento permanente al menos una docena de relojes de cesio. Por muy precisos que sean estos relojes, difieren entre sí en una escala de nanosegundos, de suerte que cada doce minutos se comparan entre sí tictac a tictac para ver cuáles funcionan rápido y cuáles funcionan despacio y exactamente en qué medida. Los datos del conjunto de relojes se funden numéricamente en lo que Parker llama «una mezcla sofisticada», que sirve de base para el tiempo oficial.

Cómo llegue hasta ti este tiempo dependerá de tu dispositivo cronométrico y de dónde te encuentres en un momento dado. El reloj de tu ordenador portátil o de sobremesa contacta regularmente con otros relojes a través de internet y se calibra a sí mismo en relación con ellos; algunos o todos estos relojes acaban pasando por un servidor operado por el NIST o por algún otro reloj oficial, y de ese modo se ajustan con más precisión aún. Cada día, los múltiples servidores del NIST registran trece mil millones de *pings* de ordenadores de todo el mundo que solicitan información sobre la hora correcta. Si estás en Tokio, podrías estar conectado a un servidor horario en Tsukuba, operado por el Instituto Nacional de Metrología de Japón; en Alemania, la fuente es el Physikalisch-Technische Bundesanstalt.

Dondequiera que estés, si estás consultando el reloj de tu teléfono móvil, probablemente este reciba la hora del sistema de posicionamiento global (GPS), una serie de satélites de navegación sincronizados con el Observatorio Naval de los Estados Unidos, cerca de Washington D. C., que genera sus segundos con un conjunto de unos setenta relojes de cesio. Muchos otros relojes —de pared, de mesa, de pulsera, despertadores de viaje, del salpicadero del coche— contienen un pequeño receptor de radio, que en los Estados Unidos está sintonizado permanentemente para

captar una señal de la emisora de radio WWVB del NIST, en Fort Collins, Colorado, que transmite la hora correcta como un código. (La señal es de muy baja frecuencia, 60 hercios, y el ancho de banda tan estrecho que se necesita un minuto al menos para recibir el código temporal completo.) Estos relojes pueden generar el tiempo por sí mismos, pero en su mayor parte actúan como intermediarios, ofreciéndote la hora difundida por relojes más refinados en algún lugar más elevado de la cadena temporal de mando.

Mi reloj de pulsera, en cambio, carece de receptor de radio y de cualquier forma de comunicarse con los satélites; está prácticamente fuera de la red. Para sincronizarlo con el resto del mundo, necesito observar un reloj preciso y luego girar el eje de mi reloj y ajustar la hora como corresponde. Para lograr más precisión todavía, puedo llevar periódicamente mi reloj a una relojería para que calibren su mecanismo con un dispositivo llamado oscilador de cuarzo, cuya precisión proviene de un estándar de frecuencia monitorizado por el NIST. De lo contrario, mi reloj guardará para sí sus descubrimientos y no tardará en perder el compás de todos los demás. Yo había asumido que ponerme un reloj significaba atar con correa a mi muñeca el tiempo establecido. Pero, de hecho, a menos que lo acompase con los relojes que me rodean, seguiré siendo un animal solitario. «Sigues un curso libre», me decía Parker.

Desde finales del siglo xvii hasta principios del siglo xx, el reloj más exacto del mundo estaba ubicado en el Observatorio Real de Greenwich, en Inglaterra; lo reajustaba con regularidad el astrónomo real en función del movimiento de los cielos. Esta situación era buena para el mundo, pero enseguida se convirtió en un problema para el astrónomo real. A partir de 1830 aproximadamente, cada vez eran más frecuentes las interrupciones de su trabajo por las llamadas a la puerta de sus conciudadanos. «Disculpe, ¿podría decirme la hora?»

Eran tantas las llamadas que la ciudad acabó por solicitar al astrónomo un servicio horario propiamente dicho; en 1836 asignó la tarea a su ayudante, John Henry Belville. Cada lunes por la mañana, Belville calibraba con la hora del observatorio su reloj, un cronómetro de bolsillo fabricado originalmente para el duque de Sussex por el apreciado relojero John Arnold & Son. Luego se ponía en camino hacia Londres para visitar a sus clientes: fabricantes y reparadores de relojes, bancos y ciudadanos particulares que pagaban unos honorarios por sincronizar su hora con la de Belville y, por extensión, con la del observatorio. (Belville acabaría reemplazando la caja de oro

del cronómetro por una plateada, a fin de llamar menos la atención en «los barrios menos deseables de la ciudad».) Tras la muerte de Belville en 1856, se quedó a cargo su viuda; cuando esta se jubiló, en 1892, el servicio pasó a su hija Ruth, que llegaría a ser conocida como «la dama del tiempo de Greenwich». Utilizando el mismo cronómetro, que ella llamaba «Arnold 345», la señorita Belville hacía el mismo recorrido, difundiendo lo que a la sazón se conocía como hora media de Greenwich (*Greenwich Mean Time* o GMT), la hora oficial de Gran Bretaña. La invención del telégrafo, que permitió que relojes remotos se sincronizaran con la hora de Greenwich casi inmediatamente y con un costo menor, acabó relegando a *miss* Belville a la obsolescencia, si bien no absoluta. Cuando se retiró en torno a 1940, la octogenaria continuaba prestando sus servicios a medio centenar de clientes.

Yo había ido a París para reunirme con la dama del tiempo de Greenwich de la era moderna, la *miss* Belville para toda la Tierra: la doctora Elisa Felicitas Arias, directora del Departamento del Tiempo del BIPM. Arias es delgada, con cabello castaño y largo y aire de aristócrata bondadosa. Astrónoma de formación, Arias trabajó durante veinticinco años en observatorios de Argentina, su país natal, los diez últimos de ellos en el Observatorio Naval; su especialidad es la astrometría, la medición correcta de las distancias en el espacio exterior. Más recientemente había trabajado para el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia, que monitoriza las ligerísimas variaciones de los movimientos de nuestro planeta y determina en consecuencia cuándo debería añadirse el siguiente segundo intercalar a la mezcla temporal. Me reuní con ella en su despacho y me ofreció un café. «Tenemos un objetivo en común —dijo de su departamento—. Ofrecer una escala de tiempo apta para servir de referencia internacional». El objetivo, añadió, es «la máxima trazabilidad».

De los centenares de relojes y conjuntos de relojes operados por las cincuenta y ocho naciones integrantes de la Oficina, solo alrededor de una cincuentena —los «relojes maestros», uno por país— están en funcionamiento y ofrecen la hora oficial; por todas partes y a todas horas generan segundos. Pero sus creaciones no coinciden entre sí. Es una cuestión de nanosegundos, de milmillonésimas de segundo. Eso no es suficiente para causar problemas a las compañías eléctricas (que necesitan exactitudes solo en milisegundos) o perturbar las telecomunicaciones (que trafican con microsegundos). Pero los relojes de los diferentes sistemas de navegación (como el GPS, operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y la nueva

red Galileo de la Unión Europea) necesitan concordar con un margen de unos pocos nanosegundos con el fin de ofrecer un servicio consistente. Los relojes del mundo deberían concordar, o al menos deberían estar bien dirigidos hacia el mismo punto de sincronía, y el tiempo universal coordinado es el objetivo fijado.

El tiempo universal coordinado se obtiene comparando todos los relojes miembros cuando marcan sus segundos simultáneamente y anotando las discrepancias. Se trata de un enorme desafío técnico. En primer lugar, los relojes se encuentran a centenares o millares de kilómetros de distancia. Dado el tiempo necesario para que una señal electrónica atraviese tales distancias, una señal que diga en efecto: «Empezad a hacer tictac ahora», resulta difícil conocer con precisión lo que significa «al mismo tiempo». Para sortear este problema, la sección de Arias emplea satélites GPS para transferir datos. Todos los satélites tienen posiciones conocidas y llevan relojes sincronizados con el Observatorio Naval estadounidense; con esta información, el BIPM puede calcular los momentos precisos en los que se les envían señales temporales desde los relojes de todo el mundo.

Incluso así acechan las incertidumbres. La posición de un satélite no puede conocerse con exactitud; el mal tiempo y la atmósfera terrestre pueden ralentizar o alterar el camino de una señal y ocultar su auténtica trayectoria. Y el equipo alberga ruido electrónico que puede complicar la medición precisa. Ofreciendo una analogía, Arias señaló la puerta de su despacho: «Si le pregunto qué hora es, usted me dirá la hora y yo la compararé con la mía —dijo—. Nos encontramos cara a cara. Si le pido que salga, cierre la puerta y me diga qué hora es, le preguntaré y le diré: “No, no, no, repítamelo, hay algo de ruido —emitió un divertido zumbido con sus labios: ¡Brrrrrrrip!— entre nosotros”». Son muchos los esfuerzos para corregir este ruido a fin de garantizar que el mensaje oído por el BIPM refleje con precisión el comportamiento relativo de los relojes del mundo.

«Contamos con ochenta laboratorios por todo el mundo —me decía Arias; algunas naciones tienen más de uno—. Necesitamos organizar todos estos tiempos.» Sonaba amable y alentadora, como la televisiva cocinera Julia Child describiendo la esencia de una buena *vichyssoise*. En primer lugar, el equipo parisino de Arias recopila todos los ingredientes necesarios: las diferencias en la escala de nanosegundos entre cada reloj miembro y todos los demás, junto con una buena pizca de información local sobre el comportamiento histórico de cada reloj. La información se transmite entonces mediante lo que Arias llama «el algoritmo», que tiene en cuenta el número

de relojes en funcionamiento (un día determinado algunos relojes pueden estar siendo reparados o recalibrados), favorece un poco en términos estadísticos a los más precisos de estos relojes y bate el conjunto hasta lograr una textura uniforme.

El proceso no es puramente computacional. Es preciso que un ser humano considere factores pequeños pero fundamentales: que no todos los laboratorios calculan los datos de sus respectivos relojes exactamente de la misma manera; que un reloj concreto se ha estado comportando últimamente de forma extraña y su contribución ha de ser ponderada de nuevo; que, debido a errores de *software*, algunos de los signos *menos* de la hoja de cálculo se cambiaron accidentalmente por signos *más* y han de volver a cambiarse. El manejo del algoritmo implica asimismo una cierta destreza matemática individual. «Interviene un cierto estilo personal», dice Arias.

El resultado final es lo que Arias llama «un reloj medio» en el mejor de los sentidos: su hora es más consistente de la que podría aspirar a proporcionar cualquier reloj aislado o cualquier conjunto nacional. Por definición y por acuerdo universal, o al menos por acuerdo de los cincuenta y ocho países signatarios, su hora es perfecta.

La creación del tiempo universal coordinado lleva su tiempo. La simple eliminación de la incertidumbre y el ruido de todos los receptores GPS lleva dos o tres días. La tarea de calcular el tiempo universal coordinado resultaría abrumadora en términos logísticos si se realizara de forma continua, por lo que cada reloj miembro hace una lectura de la hora local cada cinco días, exactamente a las cero horas UTC. El cuarto o el quinto día del mes siguiente, cada laboratorio envía sus datos acumulados al BIPM para que Arias y su equipo los analicen, calculen el promedio, los comprueben y los publiquen.

«Tratamos de hacerlo lo antes posible, sin descuidar ninguna comprobación —decía—. Ese proceso tarda más o menos cinco días. Recibimos la información el cuarto o quinto día del mes, empezamos a calcular el día siete, la publicamos el ocho, el nueve o el diez.» Técnicamente, lo que se está recopilando es el tiempo atómico internacional; la creación del UTC es una simple cuestión de añadir el número correcto de segundos intercalares. «Por supuesto, no hay ningún reloj que ofrezca exactamente el UTC —aclaraba Arias—. Solo tenemos materializaciones locales del UTC.»

De repente lo comprendí: el reloj del mundo existe solo sobre el papel y solo en retrospectiva. Arias sonreía. «Cuando alguien pregunta si puede ver el mejor reloj del mundo, yo le respondo: “De acuerdo, aquí lo tienes, este es el mejor reloj del mundo”.» Me pasa un fajo de papeles grapados en una esquina. Se trata de un informe o circular mensual distribuido a todos los laboratorios del tiempo que son miembros. El informe, denominado *Circular T*, es el principal propósito y producto del Departamento del Tiempo del BIPM. «Se publica una vez al mes y proporciona información sobre el tiempo en el pasado, que es el mes anterior.»

El mejor reloj del mundo es un boletín informativo. Hojeé sus páginas y vi columna tras columna de números. A la izquierda se enumeraban los nombres de los relojes miembros: IGMA (Buenos Aires), INPL (Jerusalén), IT (Turín), y así sucesivamente. Las columnas en la parte superior estaban fechadas cada cinco días a lo largo del mes anterior: 30 nov., 5 dic., 10 dic., etcétera. El número de cada celda representaba la diferencia entre el tiempo universal coordinado y la concreción local del UTC según la medición de un laboratorio particular un día particular. El 20 de diciembre, por ejemplo, la cifra del reloj nacional de Hong Kong era 98,4, que indicaba que, en la medición de ese momento, el reloj nacional de Hong Kong iba 98,4 nanosegundos por detrás del tiempo universal coordinado. En cambio, la cifra para el reloj de Bucarest ese día era menos 1.118,5, que indicaba que iba 1.118,5 nanosegundos (una cantidad considerable) por delante del promedio universal.

El propósito de la *Circular T*, decía Arias, es ayudar a los laboratorios miembros a monitorizar y refinar su precisión con respecto al UTC, un procedimiento conocido como «conducción o dirección» («*steering*»). Sabiendo cuánto se desviaron sus relojes del UTC medio durante el mes anterior, los laboratorios miembros pueden afinar y corregir sus equipos para tratar de aproximarse un poco más al mes siguiente. Ningún reloj logra jamás una absoluta precisión; la consistencia es suficiente. «Resulta útil porque los laboratorios pilotan sus UTC respectivos —decía Arias haciendo que el tiempo pareciera un barco en un canal—. Necesitan saber cómo se comporta localmente el UTC. Así pues, comprueban si han navegado hacia la *Circular T*. Por eso consultan todos ellos sus correos electrónicos e internet, para saber dónde se encontraban el mes anterior con respecto al UTC.»

Para los relojes más exactos, la conducción es esencial. «A veces tienes un reloj muy bueno y entonces da un paso temporal, un salto en el tiempo», decía Arias. En su ejemplar de la última *Circular T*, señaló la serie de números que representaban al

Observatorio Naval de los Estados Unidos. Todas sus cifras eran admirablemente pequeñas, en el rango de nanosegundos de dos dígitos. «Esta es una excelente materialización del UTC», comentó Arias. No sorprende, añadió, ya que el Observatorio Naval estadounidense, que cuenta con el mayor número de relojes del grupo internacional, representa aproximadamente el veinticinco por ciento del peso total del UTC. El Observatorio Naval estadounidense es el responsable de conducir el tiempo utilizado por el sistema de satélites GPS, de modo que tiene una responsabilidad global de seguir muy estrictamente el UTC.

Pero la conducción no está al alcance de todos. Pilotar tu reloj requiere un equipo costoso, y no todos los laboratorios pueden permitírselo. «Dejan que sus relojes vivan su vida», dijo Arias. Anotó una serie de números de un laboratorio de Bielorrusia que parecía estar viviendo una vida ociosa, muy alejada del estándar. Le pregunté si el BIPM rechaza alguna vez la contribución de un laboratorio por ser demasiado inexacta. «Jamás —contestó Arias—. Siempre queremos su tiempo.» Siempre que un laboratorio nacional del tiempo esté equipado con un reloj y un receptor decentes, sus contribuciones se promedian en el UTC. «Cuando construyes el tiempo —dijo, uno de los objetivos es— la amplia difusión del tiempo»; el UTC no puede considerarse universal a menos que incluya a todos, independientemente de lo desacompañados que puedan estar.

Yo seguía intentando comprender qué es y cuándo está el tiempo universal coordinado. («A mí me costó un par de años», me confesaría más tarde Tom Parker.) En la medida en que pueda decirse que existe un reloj de papel, solo lo hace en el tiempo pasado, derivado de los datos recopilados el mes anterior; Arias describe el UTC como «un proceso temporal posreal», un pretérito dinámico. Por otro lado, los números de las columnas de su reloj de papel sirven en buena medida como correcciones del rumbo o marcadores del canal para los relojes reales de ahí afuera, para ayudarlos a navegar en la dirección correcta, como si el UTC fuera un nombre futuro, como un puerto en el horizonte. Cuando recurras a tu reloj o a tu teléfono móvil para leer la hora oficial derivada de Boulder, Tokio o Berlín, lo que recibes es solo un cálculo muy aproximado de la hora correcta, que aún tardará aproximadamente un mes en conocerse. Es evidente que no existe el tiempo perfectamente sincronizado, ya no y todavía no del todo; el tiempo se halla en un perpetuo devenir.

Había viajado a París suponiendo que el tiempo más exacto del mundo emana de algún dispositivo tangible y ultrasofisticado; un elegante reloj con su cara y sus manecillas, un banco de ordenadores, una pequeña y resplandeciente fuente de rubidio. La realidad era hartamente más humana: el mejor tiempo del mundo, el tiempo universal coordinado, es producido por un comité. El comité depende de avanzados ordenadores y algoritmos, así como de la contribución de relojes atómicos, pero los metacálculos, el hecho de favorecer ligeramente la contribución de un reloj sobre la de otro, se filtran en última instancia mediante la conversación de científicos sesudos. El tiempo es un grupo de personas que hablan.

Arias comentó que su Departamento del Tiempo opera dentro de un conjunto aún mayor de comités consultivos, equipos de asesores, grupos de estudios *ad hoc* y grupos de supervisión. Recibe visitas frecuentes de expertos internacionales, celebra reuniones ocasionales, publica informes y analiza las respuestas. Es comprobado, supervisado y calibrado. De vez en cuando interviene el organismo global denominado Comité Consultivo de Tiempo y Frecuencia, o CCTF. «No operamos solos en el mundo —me aclaró—. En las cuestiones menores podemos tomar nuestras propias decisiones. En los asuntos fundamentales, hemos de someter nuestras propuestas al CCTF y los expertos de los mejores laboratorios dirán si están o no de acuerdo.»

Toda esta redundancia está destinada a compensar un hecho ineluctable: ningún reloj, ningún comité y ningún individuo mantienen por sí solos el tiempo perfecto. Tal resulta ser por doquier la naturaleza del tiempo. Cuando empecé a hablar con científicos que estudian cómo funciona el tiempo en el cuerpo y en la mente, todos ellos describían su funcionamiento como alguna versión de un congreso. Los relojes están distribuidos por nuestros órganos y células y trabajan para comunicarse y mantenerse acompasados entre sí. Nuestra sensación del paso del tiempo no está arraigada en una sola región del cerebro, sino que resulta del funcionamiento combinado de la memoria, la atención, la emoción y otras actividades cerebrales que no pueden localizarse de manera singular. El tiempo en el cerebro, al igual que el tiempo fuera de él, es una actividad colectiva. Ahora bien, estamos acostumbrados a imaginar un colectivo supremo en algún lugar de él, un grupo principal de examinadores y clasificadores, como una Oficina Internacional de Pesos y Medidas interna, dirigida tal vez por una astrónoma argentina de cabello castaño. ¿Dónde reside nuestra doctora Arias?

En un momento dado le pedí a Arias que describiera su relación personal con el tiempo.

«Muy mala», respondió. Solo había un pequeño reloj digital sobre su escritorio; lo cogió y me mostró lo que marcaba. «¿Qué hora es?»

Leí los números. «La una y cuarto», dije.

Me indicó que consultase mi reloj de pulsera: «¿Qué hora es?».

Las agujas marcaban las 12:55 p. m. El reloj de Arias estaba veinte minutos adelantado.

«En mi casa no hay dos relojes que den la misma hora —dijo—. Llego tarde a mis citas muy a menudo. Mi despertador va quince minutos adelantado.»

Me sentí aliviado al oír esto, aunque preocupado en nombre del mundo. «Quizás sea eso lo que sucede cuando piensas todo el tiempo en el tiempo», sugerí. Si tu trabajo consiste en coordinar los relojes del mundo, en crear un tiempo uniforme y unificado a partir de los gradientes de luz y oscuridad de la Tierra, tal vez recurras a tu casa en busca de refugio, el único lugar donde puedes ignorar tu reloj, quitarte los zapatos y disfrutar de algún tiempo verdaderamente privado.

«No sé —dijo Arias, encogiéndose de hombros a la parisina—. Nunca he perdido un vuelo ni un tren. Pero cuando sé que puedo gozar de este pequeño margen de libertad, lo hago.»

Solemos hablar del tiempo como un adversario: ladrón, opresor, amo. En un libro de 1987 titulado *Time Wars (Las guerras del tiempo)*, escrito al comienzo de la era digital, el activista social Jeremy Rifkin lamentaba que la humanidad hubiera abrazado «un entorno temporal artificial», regido por «artilugios mecánicos e impulsos eléctricos: un plano temporal cuantitativo, acelerado, eficiente y predecible». A Rifkin lo preocupaban especialmente los ordenadores porque estos trafican en nanosegundos, «una velocidad más allá del ámbito de la conciencia». Este nuevo «computiempo», como él lo denomina, «representa la abstracción final del tiempo y su completa separación de la experiencia humana y los ritmos de la naturaleza». En contraste alababa los esfuerzos de los «rebeldes del tiempo», una vasta categoría en la que se incluían los defensores de la educación alternativa, la agricultura sostenible, los derechos de los animales, los derechos de las mujeres y el desarme, que «sostienen que los mundos de tiempo artificial que hemos creado no hacen sino aumentar nuestro alejamiento de los ritmos de la naturaleza». El tiempo,

según este relato, es un instrumento al servicio de las clases dirigentes y un enemigo tanto de la naturaleza como del individuo.

La retórica resulta excesiva, pero treinta años después la queja de Rifkin toca una fibra común. ¿Por qué estamos tan obsesionados con la productividad y la gestión del tiempo si no es para descubrir alguna forma más sensata de navegar por nuestras vidas? No es tanto el «computiempo» lo que nos obsesiona cuanto nuestro apego servil a los ordenadores portátiles y a los *smartphones* de marca corporativa, que permiten que la jornada laboral y la semana laboral no terminen nunca. No llevar reloj era mi forma de ignorar a los poderosos, incluso si nunca había puesto los ojos en ellos.

No obstante, culpar al tiempo «artificial» supone dar demasiado crédito a la naturaleza. Tal vez hubiera un tiempo en el que el tiempo fuera un asunto estrictamente personal, pero cuesta imaginar ese remoto escenario. Los siervos medievales trabajaban duro con el sonido distante de las campanas del pueblo; siglos antes, los monjes se levantaban, cantaban y se postraban al ritmo de los repiques. En el siglo II a. C., el dramaturgo romano Plauto lamentaba la popularidad de los relojes de sol, que «hacen trizas tan miserablemente mis días». Los antiguos incas usaban un complejo calendario para calcular cuándo sembrar y cosechar, así como para identificar los momentos más propicios para un sacrificio humano. (El calendario incluía un «Año Impreciso» con dieciocho meses de veinte días más cada uno, al final, cinco «días sin nombre» de mal agüero.) Incluso los primeros humanos debieron de haber tenido en cuenta la luz del día en el muro de la caverna para cazar con mayor efectividad y regresar con seguridad antes de que oscureciera. Incluso si cualquiera de estas costumbres estuviera más cerca de «los ritmos de la naturaleza» que las actuales, sería difícil de aceptar como un modelo a seguir por varios miles de millones de habitantes de la Tierra.

Volví a observar el fajo de papeles que Arias me había entregado, luego el reloj de su escritorio y acto seguido el de mi muñeca: era hora de marchar. Llevaba meses leyendo las obras de sociólogos y antropólogos que sostenían que el tiempo es una «construcción social». Había interpretado la frase en el sentido de «artificialmente condimentado», pero ahora lo entendía: el tiempo es un fenómeno social. No se trata de una propiedad secundaria del tiempo, sino de su esencia. El tiempo, tanto en las células aisladas como en sus conglomerados humanos, es el motor de la interacción. Un reloj funciona únicamente en tanto en cuanto se refiera, antes o después,

obviamente o no, a los demás relojes que existen a su alrededor. Podemos enfurecernos con ello, y de hecho lo hacemos. Pero sin un reloj y sin el estrado del tiempo cada uno de nosotros se enfurece en silencio y en soledad.

Los días

Así comenzó ese día interminable. Resultaría tedioso describirlo en su integridad. Nada sucedió en realidad y, sin embargo, ningún otro día de mi vida fue más trascendental. Viví mil años, y todos ellos fueron agonizantes. Gané un poco y perdí mucho. Al final del día, si se puede decir que tuvo un final, todo cuanto podía decir era que todavía estaba vivo. Dadas las circunstancias, no tenía derecho a esperar más.

ALMIRANTE RICHARD BYRD, *Alone (Soledad)*

Cuando me despierto de noche, siento la tentación de mirar el reloj, pero ya sé qué hora es. Es la misma hora de siempre cuando me despierto a esta hora: las cuatro, o las cuatro y diez, o en una ocasión, por un desconcertante alargamiento de la noche, exactamente las cuatro y veintisiete. Incluso sin mirar podría deducir la hora, por el sonido metálico del radiador de la habitación que cobra fuerza en invierno o la infrecuencia de los coches que pasan por la calle. «Cuando un hombre está dormido, tiene en un círculo a su alrededor la cadena de las horas, la secuencia de los años, el orden de los cuerpos celestes —escribió Proust—. Instintivamente los consulta cuando se despierta, y en un instante lee su propia posición sobre la superficie terrestre y el tiempo que ha transcurrido mientras dormía.»

Hacemos esto a todas horas, a sabiendas o no. Los psicólogos lo llaman orientación temporal y es el distintivo de lo que cabría definir como un sentido adulto del tiempo: la capacidad de saber la hora, el día o el año sin consultar un reloj o un calendario. Numerosos estudios han intentado entender cómo conseguimos esta orientación. En un experimento, los investigadores salían a la calle a hacer una sencilla pregunta a los transeúntes («¿Qué día es hoy?») y anotaban la respuesta. Descubrieron que la gente indica correctamente el día que es con más rapidez si se le pregunta durante el fin de semana o cerca de este. Algunos calculan la respuesta pensando retrospectivamente («Ayer fue X, así que hoy debe de ser Y»), en tanto que otros cuentan hacia atrás desde mañana. La dirección hacia la que se orientan depende del fin de semana más próximo, el pasado o el siguiente. Es más probable que calcules el hoy en función del ayer si hoy es lunes o martes; más cerca del viernes, tu punto de referencia se desplaza hacia mañana.

Quizás nos situemos por medio de hitos temporales: nos orientamos hacia el fin de semana, como si se tratase de una isla en el horizonte delante o detrás de nosotros, y nos aproximamos a nuestra posición en el mar de los días. (De hecho, es llamativa la frecuencia con la que hablamos del tiempo en términos espaciales: el año que viene está todavía «lejos», el siglo XIX es el pasado «distante», mi cumpleaños «se acerca» como la próxima estación.) O tal vez recopilamos interiormente una lista de los días que podrían ser hoy y tachamos los candidatos inelegibles hasta que solo queda uno. («Podría ser jueves, pero desde luego no es miércoles, porque siempre voy al gimnasio los miércoles por la mañana y no llevo la bolsa del gimnasio».) Ningún modelo explica del todo por qué nuestro punto de referencia temporal cambia a mitad de semana, por qué nuestros pensamientos retrospectivos disminuyen conforme

avanza la semana. Cualquiera que sea el método, practicamos esta orientación casi sin tregua, a través de los segundos, los minutos, los días y los años. Despertamos de un sueño, salimos de una película, levantamos la vista de un libro apasionante y pensamos: ¿Dónde estoy? ¿Cuándo estoy? Perdemos la noción del tiempo y necesitamos un momento para volver a enderezarnos.

El hecho de que yo sea capaz de saber sin mirar la hora que es cuando me despierto en medio de la noche puede ser también una mera cuestión de inducción: la última vez que me desperté de noche eran las cuatro y veintisiete, al igual que la vez anterior, luego es probable que ahora sean las cuatro y veintisiete. La cuestión es por qué o cómo puedo ser tan constante. William James escribió: «Toda mi vida me ha impresionado la precisión con la que me despertaré en el mismo *minuto exacto* noche tras noche y mañana tras mañana, una vez que comienza el hábito de manera fortuita». En ese momento, de todos mis momentos del despertar, soy muy consciente de estar al servicio de algo; hay una máquina dentro de mí o yo soy un fantasma dentro de ella.

En cualquier caso, una vez que el fantasma se pone a pensar, hay mucho en lo que pensar y, lo primero de todo, en el poco tiempo del que dispongo para hacer todas las cosas en las que estoy pensando y en lo retrasado que estoy ya. «Veo tu libro programado en mi calendario —me escribe mi editor—. Necesito saber en qué punto están las cosas.» Comencé este proyecto unas pocas semanas antes de que Susan diese a luz a los gemelos, nuestros primeros y únicos hijos. Al mirar hacia atrás, la elección del momento no fue la ideal. Mis amigos y familiares bromeaban con entusiasmo comentando que si yo estaba luchando por administrar mi tiempo, no debía preocuparme, pues mis hijos pronto lo harían por mí.

No obstante, por muy tensos que sean estos momentos del despertar, también me resultan tranquilizadores, incluso expansivos, y tengo la sensación de que ocuparlos es como estar dentro de un huevo. Esa idea se me ocurre una noche justo antes de irme a dormir; la anoto en el cuaderno que tengo en la mesilla de noche y luego me siento sorprendido y encantado, a (supongo) las cuatro y veintisiete, al descubrirme habitando esa misma idea. Es como si, al caer dormido, hubiera caído dentro de ese mismo huevo y me hubiera despertado como pura yema, acolchado y suspendido en un presente prolongado. Sé que no durará. Por la mañana se reafirmarán las horas y los minutos, y esta expansión aparentemente ilimitada del tiempo se habrá evaporado o se habrá encerrado fuera del alcance. Estaré fuera de la cáscara, tratando de

imaginar mi regreso. Esta es la tensión esencial de la vida moderna: el sueño del tiempo ilimitado, soñado desde los confines de un cartón de huevos. Pero ese es un pensamiento para mañana. Ahora, el reloj de mi mesilla de noche hace tictac, como los clics distantes de un temporizador para cocer huevos o el latido amortiguado de un corazón.

Érase una vez un hombre que entró en una cueva y permaneció allí en solitario durante muchos días y noches. No veía la luz natural; ni el amanecer ni la puesta de sol llegaban para anunciar cuándo comenzaba o terminaba oficialmente el día; no tenía ningún reloj que marcara el paso de sus momentos y horas. Escribía, leía a Platón, pensaba mucho en su futuro. Estuvo a solas con el tiempo durante mucho tiempo, aunque no exactamente el período de tiempo que esperaba.

Ese fue el primer experimento temporal de Michel Siffre, en 1962. Siffre, un geólogo francés de veintitrés años, había descubierto recientemente un glaciar subterráneo, el Scarasson, en una caverna del sur de Francia. Era la época de la Guerra Fría y la carrera espacial; se hablaba de refugios antinucleares y cápsulas espaciales. Como muchos científicos, Siffre se preguntaba cómo podría arreglárselas un humano en semejantes lugares, aislado del resto de la gente y del sol. Su idea inicial consistía en dedicar dos semanas al estudio de la caverna. Pero pronto decidió quedarse más tiempo, durante dos meses, para explorar lo que más tarde describiría como «la idea de mi vida». Viviría «como un animal —contó a la revista *Cabinet* en 2008—, en la oscuridad, sin saber la hora».

Montó una tienda, con un saco de dormir en un catre. Dormía, se levantaba y comía cuando quería y llevaba un registro escrito de sus actividades, un pequeño generador alimentaba una lámpara con la que leía, estudiaba el glaciar y se movía de un lado para otro. Tenía frío y los pies permanentemente mojados. Su único contacto con la superficie era por teléfono y llamaba con regularidad a sus colegas de arriba — que tenían instrucciones estrictas de no revelar ninguna información relativa al día o la hora— para informar de sus pulsaciones y sus actividades.

Siffre entró en la cueva el 16 de julio y planeaba salir el 14 de septiembre. Pero el 20 de agosto según su calendario, sus colegas llamaron para decir que su estancia había terminado; su tiempo había acabado. Según sus cálculos, solo habían transcurrido treinta y cinco días (treinta y cinco días de despertarse, dormir y

dedicarse a matar el tiempo), pero, según el reloj exterior, habían transcurrido sesenta días. El tiempo había volado.

Siffre había descubierto por casualidad algo importante acerca de la biología humana. Los científicos ya eran conscientes de que los vegetales y los animales poseen una capacidad innata para seguir un período de veinticuatro horas aproximadamente: un ciclo circadiano. (La palabra viene de la expresión latina *circa diem*, «alrededor de un día».) En 1729, el astrónomo francés Jean-Jacques d'Ortous de Mairan observó que el heliotropo, que abre sus hojas al alba y las cierra al atardecer, persistía en su comportamiento incluso estando en un armario oscuro; parecía captar de manera innata la llegada del día y de la noche. Para camuflarse, los cangrejos violinistas cambian de color con un horario fijo en el transcurso del día, del gris al negro y otra vez al gris, incluso en ausencia de la luz del día. Las moscas de la fruta privadas de la luz salen religiosamente de su envoltura pupal al amanecer, una hora en la que el aire alcanza su humedad máxima, un mecanismo adaptativo que evita que se sequen las alas de las novatas. Este ritmo circadiano interior no encaja exactamente con el ritmo exterior de la luz del día y la oscuridad; el reloj circadiano tarda un poco más de veinticuatro horas en algunos organismos y algo menos en otros. El heliotropo mantenido en la oscuridad durante demasiado tiempo acabará por perder el compás del ciclo natural del día; esto no es muy diferente de mi reloj de pulsera que, al no estar conectado a las señales de radio y de los satélites que propagan el tiempo mundial perfecto, requiere que lo reajuste a diario.

En la década de 1950, estaba claro que los humanos disponen también de un reloj circadiano endógeno. En 1963, Jürgen Aschoff, jefe del Departamento de Ritmos Biológicos y Conducta de lo que por entonces era el Instituto Max Planck de Fisiología Conductual, en Alemania Occidental, convirtió un búnker insonorizado en una estación experimental en la que los sujetos permanecían durante semanas sin relojes mecánicos mientras él monitorizaba su fisiología. El experimento de Siffre en el Scarasson fue uno de los primeros en demostrar que nuestro ciclo circadiano no dura exactamente veinticuatro horas. El período en el que Siffre permanecía despierto cada día variaba considerablemente, desde tan solo seis horas hasta nada menos que cuarenta, pero por término medio se instalaba en un ciclo de sueño y vigilia que duraba veinticuatro horas y treinta minutos. Esto le hizo perder pronto la sintonía con el día de la superficie, y la experiencia (de un animal atrapado en la soledad con la idea de su vida) lo perturbó. Había descendido con el objetivo de estudiar el efecto

del aislamiento extremo en el psiquismo humano; salió convertido en un pionero involuntario de la cronobiología humana y, recordaría más tarde, en «una marioneta medio desquiciada y deslavazada».

El sustantivo más frecuentemente utilizado en el inglés estadounidense es *time* (tiempo). Ahora bien, si le pides a un científico que estudia el tiempo que explique lo que es, invariablemente te devolverá la pregunta: «¿A qué te refieres con *tiempo*?».

Y tú ya has aprendido algo. Podrías comenzar, como hice yo, matizando tu pregunta para referirte a la «percepción del tiempo», con el fin de distinguir entre el tiempo exterior y tu comprensión interna de este. Esta dicotomía sugiere una jerarquía de la verdad. Lo más importante es el tiempo contado por nuestro reloj de pulsera o el reloj de la pared, que solemos considerar el «tiempo verdadero» o «el tiempo real». Le sigue nuestra percepción de dicho tiempo, que será o no precisa en función de su grado de correspondencia con el reloj mecánico. He llegado a pensar que esta dicotomía es, si no insignificante, ciertamente de poca ayuda a la hora de intentar entender a una escala humana de dónde viene y adónde va el tiempo.

Pero me estoy adelantando. Uno de los debates más antiguos en la literatura científica es si el «tiempo» es algo que puede ser «percibido» de algún modo. La mayoría de los psicólogos y neurocientíficos coinciden en pensar que no lo es. Nuestros cinco sentidos (gusto, tacto, olfato, vista y oído) implican órganos discretos que detectan fenómenos discretos: el sonido es el nombre que utilizamos cuando la vibración de las moléculas de aire desencadena movimientos del tímpano en el oído interno; la vista es lo que resulta cuando los fotones de luz golpean las células nerviosas especializadas en la parte posterior del ojo. En cambio, el cuerpo humano no posee un único órgano dedicado a sentir el tiempo. La persona media puede sentir la diferencia entre un sonido que dura tres segundos y otro sonido que dura cinco segundos como pueden hacerlo los perros, las ratas y la mayoría de los animales de laboratorio. Sin embargo, los científicos luchan todavía por explicar cómo el cerebro animal rastrea y mide el tiempo con tanta precisión.

Una clave para comprender lo que es el tiempo en términos fisiológicos estriba en saber que, cuando hablamos del tiempo, podemos estar refiriéndonos a una serie de experiencias distintas, entre las que figuran:

La duración: la capacidad de determinar cuánto tiempo ha transcurrido entre dos sucesos concretos o de calcular con precisión cuándo tendrá lugar el próximo suceso.

El orden temporal: la capacidad de discernir la secuencia en la que transcurren los sucesos.

El tiempo verbal: la capacidad de discriminar entre el pasado, el presente y el futuro y la comprensión de que el mañana reside en una dirección temporal diferente del ayer.

La «sensación del ahora»: el sentimiento subjetivo del paso del tiempo a través de nosotros «justo ahora», sea lo que sea esto.

Baste señalar que las discusiones sobre el tiempo resultan con frecuencia confusas porque estamos empleando una sola palabra para describir una experiencia multidimensional; para el experto científico, *tiempo* es un nombre tan genérico como *vino*. Muchas de estas experiencias temporales (duración, tiempo verbal, simultaneidad) resultan tan básicas e innatas que apenas parecen merecedoras de distinción. Pero esto solo es cierto desde la perspectiva del adulto. La visión de la psicología del desarrollo es que el tiempo es algo que los humanos solo llegamos a conocer de manera gradual. Una percepción fundamental la adquirimos en los primeros meses de la vida, cuando aprendemos a distinguir el «ahora» del «no ahora», si bien los gérmenes de esta conciencia probablemente sean más tempranos todavía, mientras permanecemos aún en el útero. Hasta los cuatro años aproximadamente los niños no pueden distinguir con precisión el «antes» y el «después». Y a medida que nos vamos haciendo mayores, vamos siendo cada vez más conscientes de la «flecha del tiempo» y su trayectoria de vuelo unidireccional. Nuestro conocimiento del tiempo no es tan *a priori* como propusiera Kant. El tiempo no solo es algo que llega a nosotros, sino que, además, tarda años en hacerlo plenamente.

Pensamos constantemente en el tiempo: estimamos su duración, consideramos el ayer y el mañana, distinguimos el antes del después. Habitamos en el tiempo y sobre él, anticipando, recordando, comentando su paso. En general se trata de experiencias conscientes y, hasta donde podemos decir, exclusivas de nuestra especie. Pero por debajo, sin requerir pensamiento alguno, impregnando toda la vida desde hace casi cuatro mil millones de años, está el ciclo circadiano, el tiempo de los días. Tratándose de un fenómeno biológico, es extremadamente mecánico en su fiabilidad y, en las dos últimas décadas, los científicos han hecho grandes progresos en la descripción de sus fundamentos genéticos y bioquímicos. De todos nuestros relojes internos, el reloj circadiano es con creces el mejor comprendido. Si la exploración científica del tiempo humano tuviera que cartografiarse como un viaje físico, comenzaría en tierra firme y a la luz del día, con nuestro conocimiento de los ritmos circadianos, y descendería hacia un crepúsculo pantanoso.

Los ritmos circadianos se asocian con frecuencia a nuestro ciclo de sueño y vigilia. Pero se trata de un indicador engañoso: aunque tus patrones de sueño estén influidos por tu reloj circadiano, también se hallan sujetos a control consciente. Puedes elegir acostarte temprano y levantarte temprano, vivir como un búho, durmiendo todo el día y estando despierto toda la noche, o incluso abstenerte de dormir durante varios días. El reloj circadiano no se anula con tanta facilidad; de lo contrario, no merecería la pena contar con él.

Una forma más precisa de rastrear los ritmos circadianos, al menos en los humanos, es mediante la temperatura corporal. Aunque se dice a menudo que la temperatura media del cuerpo humano es 37 °C (en realidad, 36,9), eso es solo un promedio. En el transcurso del día, tu temperatura varía hasta dos grados; oscila alcanzando su máximo por la tarde y descendiendo a su nivel más bajo en las horas previas al amanecer, antes de despertarte. Diferimos individualmente en la amplitud exacta de esta temperatura máxima y en su momento preciso; la actividad o la enfermedad también pueden calentar el cuerpo. Pero todos expresamos un ascenso y una caída mecánicos en la temperatura corporal a lo largo del día, un día tras otro.

Otras funciones corporales obedecen asimismo a un estricto ciclo circadiano. El latido de tu corazón puede variar en dos docenas de pulsaciones por minuto en función de la hora del día. La tensión arterial oscila a lo largo de las veinticuatro horas; desciende a su mínimo entre las dos y las cuatro de la mañana, asciende durante el día y alcanza su cima en torno al mediodía. Orinamos menos de noche que durante el día, no solo porque bebemos menos de noche, sino también porque la actividad de las hormonas (cuya liberación sigue también un ciclo circadiano) hace que los riñones retengan más agua. Podrías programar tus tareas diarias en torno al reloj circadiano. La coordinación física y el tiempo de reacción alcanzan su nivel más alto a media tarde, el corazón es más eficiente y los músculos más fuertes alrededor de las cinco o las seis de la tarde, nuestro umbral de dolor es más alto a primera hora de la mañana, por lo que es el momento ideal para la cirugía dental. El alcohol se metaboliza más lentamente entre las diez de la noche y las ocho de la mañana; la misma bebida permanece más tiempo en tu sistema por la noche que durante el día, por lo que te emborracha más. Tus células cutáneas se dividen más rápido entre la medianoche y las cuatro de la mañana, mientras que el vello facial crece más deprisa durante el día que por la noche. El hombre que se afeita por la noche no se despierta con barba de un día.

Estos ritmos influyen considerablemente en nuestra salud. Los derrames cerebrales y los ataques cardíacos son más comunes a última hora de la mañana, cuando la tensión arterial se eleva con mayor rapidez. Dado que los niveles hormonales oscilan naturalmente durante las veinticuatro horas, la eficacia de los medicamentos también varía de forma considerable dependiendo de la hora del día en que se administren, un hecho que cada vez tienen más en cuenta los médicos y los hospitales. Otro tanto sucede con toda clase de animales. En un desafortunado estudio de laboratorio, una dosis potencialmente letal de adrenalina mató tan solo al seis por ciento y hasta al setenta y ocho por ciento de las ratas que la recibieron, dependiendo de cuándo les fue administrada. Ciertos insecticidas matan más insectos por la tarde. Los ritmos circadianos influyen asimismo en nuestro estado de ánimo y en nuestra agilidad mental. Un estudio pidió a los sujetos que tacharan todas las apariciones posibles de la letra *e* en una revista en treinta minutos; lo hicieron peor a las ocho de la mañana y mejor a las ocho y media de la tarde.

El estado de alerta también es sumamente circadiano; alcanza su cota máxima cuando la temperatura corporal llega a su cima y desciende al mínimo cuando la

temperatura corporal es más baja. Este último período tiene lugar, para la mayoría de la gente, en las horas previas al amanecer. Una consecuencia de ello es que los trabajadores con turno de noche no son tan productivos como tal vez crean. Entre las tres y las cinco de la mañana, los trabajadores responden con más lentitud a una señal de alarma y tienen más probabilidades de malinterpretar un contador. El matemático Steven Strogatz ha advertido que los accidentes de Chernóbil, Bhopal, Three Mile Island y a bordo del *Exxon Valdez*, todos ellos atribuidos a errores humanos, ocurrieron en estas horas, que los trabajadores por turnos llaman la zona zombi. Como especie, los humanos estamos curiosamente dispuestos a entretener a este zombi, y nuestra ciencia revela cada vez más los efectos adversos de este flirteo.

Un reloj es una cosa que hace tictac. El tictac puede ser prácticamente cualquier cosa siempre que sea persistente y constante: las vibraciones de los átomos, un peso oscilante, un planeta que gira sobre su eje o alrededor del Sol. Un mero pedazo de carbón hace tictac. El carbón está formado por átomos de carbono, que normalmente tienen seis protones y seis neutrones (en el carbono-12), aunque aproximadamente uno por cada billón contiene seis protones y ocho neutrones (carbono-14). La proporción entre el carbono-14 y el carbono-12 es bastante constante en los seres vivos, pero disminuye cuanto más tiempo lleva muerto algo, ya que los átomos de carbono-14 se descomponen gradualmente en nitrógeno-14. Esto sucede por término medio cada cinco mil setecientos años. Pertrechado del conocimiento de esta tasa de descomposición y la proporción entre el carbono-14 y el carbono-12 en tu pedazo de carbón, puedes calcular la edad del carbón en decenas de miles de años. El carbón, o cualquier fósil de carbono, es un reloj de eones.

Si un reloj (un planeta, un péndulo, un átomo o una roca) cuenta también los tictacs es un asunto de largo debate filosófico. Un reloj de sol sigue el movimiento de una sombra sobre su cara; las horas están marcadas con números impresos. ¿Cuenta el reloj los números o los cuentas tú? ¿Existe el tiempo con independencia de la mente que lo cuenta? «Podemos preguntarnos si existiría o no el tiempo en el caso de que no existiera el alma —cavilaba Aristóteles—, pues si no hay nadie capaz de contar, nada puede ser contado.» Es como el enigma budista sobre el árbol que cae en el bosque: ¿es el carbón un reloj si no hay ningún científico que mida su proporción entre C-14 y C-12? Agustín sostenía con firmeza que el tiempo reside en su medición, lo cual lo convierte exclusivamente en una propiedad de la mente humana. Se escucha el eco de

Agustín en el difunto físico Richard Feynman, quien señalaba que la definición del tiempo que aparece en el diccionario es circular: el tiempo es un período, que se define como un tiempo determinado. Feynman añadía: «Lo que realmente importa en todo caso no es cómo definimos el tiempo, sino cómo lo medimos».

En el reloj circadiano, lo que hace tictac son los contenidos de la célula (genes y proteínas) y el diálogo entre ellos. Cada célula viva contiene ADN, hilos fuertemente enrollados de material genético. En los eucariotas, un amplio grupo de organismos que incluye todos los animales y los vegetales, el ADN se halla contenido dentro de la membrana del núcleo celular. Cada cadena de ADN consta en realidad de dos cadenas unidas por la mitad a modo de cremallera, formando una doble hélice. Las cadenas, a su vez, están compuestas de nucleótidos, que forman genes de longitudes variables. El ADN es intensamente dinámico. Abre regularmente su cremallera para exponer un gen (o unos cuantos), hace una copia de trabajo y la envía fuera del núcleo, al citoplasma celular, donde se forman diferentes clases de proteínas basadas en la plantilla entrante. Imagínate a un atareado arquitecto en una isla que envía un plano a un fabricante del continente, quien lo empleará para construir allí varios robots.

La mayoría de los genes codifican proteínas que realizan actividades en otros lugares de la célula; estas se unen formando moléculas, catalizan reacciones metabólicas y reparan daños internos. Pero los genes del reloj circadiano —hay dos principales— son diferentes. Estos codifican un par de proteínas que se acumulan en el citoplasma y acaban filtrándose de nuevo al interior del núcleo, donde se pegan a los activadores de los genes originales y los cierran. En resumidas cuentas, el «reloj» es poco más que un par de genes que al final, y a través de varios intermediarios, se apagan. Nuestro arquitecto no está enviando simplemente un plano; está enviando mensajes en botellas dirigidos a su yo futuro. Finalmente, cuando se acumulen suficientes botellas en el mar, le llegará un mensaje que dirá: «Échate una siesta».

Cuando el arquitecto se queda dormido y los genes del reloj están descansando, cesa la producción de proteínas. Las proteínas existentes se degradan en el citoplasma y dejan de presionar para entrar en el núcleo y apagar los genes, liberándolos para que vuelva a dar órdenes. Si ese proceso parece circular, parece ser lo que favorecía la selección natural. Lo extraordinario no es lo producido (que no es nada físico a fin de cuentas), sino el período de producción: el ciclo desde el momento en que se activan por primera vez los genes del reloj, luego se apagan para después volver a

encenderse, dura, por término medio, veinticuatro horas. Después de todo, sí que se produce algo: no una molécula sino un intervalo. En el fondo, el reloj circadiano es una conversación (entre el ADN de una célula y sus fabricantes de proteínas) que tarda aproximadamente un día en desarrollarse. Este reloj endógeno hará tictac durante su ciclo incluso si su portador (una persona, un ratón, una mosca de la fruta o una flor) permanece a oscuras durante varios días. Pero como no tiene exactamente la misma duración que el ciclo de la luz del día, se desacomparará progresivamente del día solar; la exposición regular a la luz del sol reajusta el reloj circadiano y lo mantiene sincronizado. La luz del sol es la moderadora de la conversación, que interviene a diario para mantenerla en el buen camino, pero no participa en todo momento.

Resulta realmente sorprendente que el período de este reloj ronde las veinticuatro horas, dado que la mayoría de las reacciones bioquímicas en una célula suceden en tan solo fracciones de segundo. En la práctica, el diálogo entre los genes del reloj en el núcleo y las proteínas en el citoplasma está mediado por una serie de moléculas adicionales, que son codificadas por sus propios genes. Quizás no se parezca tanto a una conversación cuanto al juego del telegrama o el teléfono descompuesto. Nuestro arquitecto se envía un mensaje a sí mismo, pero hay que enfrentarse a una serie de intermediarios: contratistas, repartidores, porteros. Finalmente, su nota ha llegado: ¡veinticuatro horas!

Buena parte de lo que saben los científicos sobre el reloj circadiano se ha deducido de los estudios sobre animales. En la década de 1960, una serie clásica de experimentos realizados por Seymour Benzer y Ronald Konopka revelaron que las moscas de la fruta se vuelven más o menos activas de acuerdo con un ciclo regular de veinticuatro horas. Además, ciertas razas de moscas exhibían ritmos que eran ligeramente, y a veces drásticamente, más largos o más cortos de veinticuatro horas. Cruzando moscas y retocando el ADN, los biólogos identificaron los genes implicados y revelaron un modelo básico del funcionamiento del reloj. Un par de genes, apodados *per* y *tim* (de «*period*» [período] y «*timeless*» [eterno]), codifican la producción de un par de proteínas llamadas PER y TIM. Ambas proteínas se unen para formar una única molécula; cuando se ha acumulado un número suficiente de estas moléculas en el citoplasma, vuelven a filtrarse al interior del núcleo y actúan para apagar los genes *per* y *tim*.

Estudios subsiguientes han revelado un reloj muy similar, que implica componentes muy semejantes, en ratones, aunque el reloj del ratón tiene variaciones adicionales de los genes y las proteínas fundamentales. El mismo componente genético se ha identificado asimismo en las células humanas. De hecho, todos los animales, desde las hormigas y las abejas hasta los renos y los rinocerontes, funcionan con un reloj circadiano de estructura similar. Los vegetales cuentan con un reloj circadiano, que muchas especies usan para activar sus defensas químicas anticipándose a los ataques matutinos de los insectos; las plantas son más resistentes a los ataques cuando sus relojes funcionan con normalidad. Janet Braam, una bióloga celular de la Universidad de Rice, y sus colegas descubrieron que los relojes circadianos de las coles, los arándanos y otras frutas y verduras continúan haciendo tictac incluso después de que las plantas hayan sido cosechadas. Pero bajo la luz permanente de un supermercado, o la permanente oscuridad de un frigorífico, los ritmos circadianos comienzan a disiparse, como lo hace la producción cíclica de los componentes clave, volviendo la planta más susceptible a los insectos y quizás disminuyendo su sabor e incluso su valor nutritivo. Estamos convirtiendo nuestras verduras en... vegetales.

Incluso la humilde pero bien estudiada *Neurospora*, un moho que crece en el pan, sigue un reloj circadiano. Los aspectos comunes de los relojes de los vegetales y los animales son lo suficientemente notables y profundamente arraigados como para que algunos biólogos sospechen que funcionamos con alguna versión del mismo reloj desde que aparecieron en la Tierra los primeros organismos pluricelulares hace setecientos millones de años. Esta idea se me antoja reconfortante a las cuatro y veintisiete de la madrugada mientras considero mi conciencia y mi mortalidad. Soy un miembro de la que quizás sea la única especie que anticipa un final. La hierba se prepara para recibir la luz del sol, despreocupada de la posibilidad de que pase el cortacésped. Cuando me levanto, se levantan también las abejas, la flor de la planta distante que producirá el café para mi cafetera, el moho acumulado en el pan que hay sobre la encimera de mi cocina. La misma herencia hace tictac en nosotros, diciéndonos la hora y dejando a aquellos que pueden contarla.

Queremos saber qué hora es. Se la preguntamos al reloj de la mesilla de noche, se la preguntamos a nuestro reloj de pulsera, nos preguntamos unos a otros: «¿Me puede decir la hora?».

Todo va bien hasta que le preguntamos a un segundo reloj, que invariablemente discrepa del primero. ¿A cuál de los dos creer? Entonces encontramos otro reloj para que haga de mediador: el reloj de la torre de la plaza mayor, el reloj de fichar junto a la puerta del capataz, el reloj de la pared del despacho del director que toca el timbre cuando acaba la jornada escolar. Para que cualquiera de nosotros seamos puntuales, hemos de ponernos de acuerdo en cuál es la hora, a fin de seguirla todos juntos, al mismo tiempo. Hemos de estar sincronizados. La vida es una gran adaptación al cuándo de los demás.

Esto mismo sucede con nuestras células. En la década de 1970 se puso de manifiesto que el principal reloj circadiano de los mamíferos es una estructura cerebral denominada núcleo supraquiasmático, un grupo doble de unas veinte mil neuronas especializadas en el hipotálamo, cerca de la base del cerebro, que se activan al unísono y con un ritmo circadiano. Toma su nombre del hecho de que está ubicado justo por encima del quiasma óptico, donde se cruzan los nervios ópticos de los ojos derecho e izquierdo (una buena ubicación para recibir información del mundo exterior), y regula el ascenso y el descenso diarios de la temperatura corporal, la tensión arterial, la velocidad de la división celular y otras actividades vitales. Se reajusta con la luz del día, pero también marcha a su propio ritmo; si se quedara a solas en una cueva oscura o estuviera permanentemente bañado por la luz, repetiría su ritmo cada 24,2 horas por término medio, casi acompañado con el ritmo de veinticuatro horas del día y la noche, aunque no exactamente. Si se suprime esta estructura en un roedor de laboratorio o en un mono ardilla, el animal se vuelve asíncrono. Ni su temperatura corporal, ni su liberación de hormonas, ni su actividad física muestran un patrón circadiano y, a falta de un reloj compartido, estos procesos dejan de estar acompañados entre sí. Los hámsteres en este estado se vuelven diabéticos y no pueden dormir; se sienten desorientados y sus movimientos devienen inconexos. Pero cuando se le vuelven a trasplantar las células del núcleo supraquiasmático, el animal recupera su reloj, aunque se trate del reloj del donante.

Pero este agregado celular no es el único reloj que contenemos; en la última década se ha puesto de manifiesto que la práctica totalidad de las células del cuerpo humano contienen un reloj circadiano propio. Las células musculares, las células de grasa, las células del páncreas, el hígado, los pulmones y el corazón, incluso los órganos enteros contienen su propio tiempo circadiano. Un estudio de veinticinco pacientes con trasplante de riñón reveló que, en siete de ellos, el nuevo riñón ignoraba el ritmo

circadiano del nuevo dueño y mantenía, en cambio, el ritmo excretor que había expresado en el donante. Los dieciocho riñones restantes se sincronizaban con el ritmo interno de los nuevos dueños, pero en oposición: eran más activos cuando el riñón existente era menos activo, y viceversa. Incluso los genes —que producen proteínas, mantienen nuestras células, gestionan nuestra red energética interna y, en última instancia, contribuyen a definir quiénes somos— funcionan siguiendo un horario circadiano. Hasta hace una década aproximadamente, se creía que solo un bajo porcentaje de los genes de los mamíferos oscilaban con una regularidad circadiana, pero ese ritmo se considera en la actualidad una propiedad básica de todos los genes. Estamos llenos de relojes, billones y billones de ellos.

Cada uno de estos relojes es potencialmente autónomo; hace tictac por sí mismo y si se aísla del resto, circulará libremente siguiendo un ritmo prácticamente diario. Además, pocos de estos relojes oscilan exactamente en la misma fase; un estudio de más de mil genes del corazón y el hígado de los ratones reveló que su actividad variaba siguiendo un horario circadiano, pero no todos a una. Imagínate una orquesta: la sección de cuerda (violines, violas, violonchelos y contrabajos) expresa un tema multidimensional; los metales y los instrumentos de viento entran con un contrapunto; la percusión retumba de fondo y destaca ocasionalmente con un gong. Pero sin un director, el resultado sería puro ruido. En los humanos, y en muchos vertebrados, el director es el núcleo supraquiasmático. Marca el compás principal y se lo transmite, mediante las hormonas y los neuroquímicos, a los relojes periféricos, manteniéndolos acompasados entre sí. Para ser de alguna utilidad, un reloj debe decir su hora a los relojes de su alrededor o, cuando menos, escuchar y absorber lo que los demás tienen que decir. Un reloj es un concierto, una conversación grupal, una historia interactiva. No tienes simplemente muchos relojes en tu interior; la suma de ti es un reloj.

Pero el reloj del cuerpo entero tampoco es un reloj perfecto, al menos no por sí mismo. Para permanecer sincronizado con el ciclo de veinticuatro horas del día y la noche, ha de reajustarse, en términos ideales a diario, con los *inputs* del mundo exterior. La señal más fuerte es, con mucho, la luz del día, y en los humanos, como en todos los mamíferos y en la mayoría de los animales, la puerta de acceso a la luz es el ojo; si el núcleo supraquiasmático es el director del cuerpo, el ojo es su metrónomo, que traduce el tiempo físico a algo que la fisiología pueda comprender. Una vía neuronal discreta llamada tracto retinohipotalámico discurre desde la parte posterior

del ojo hasta el núcleo supraquiasmático; cuando se registra la luz del día dentro del ojo, las señales viajan hasta el director del cuerpo y lo instan a comenzar de nuevo la sinfonía desde el principio.

Este proceso, denominado arrastre, es esencial para que el cuerpo mantenga sus múltiples relojes funcionando como una unidad. El director no puede reajustarse en cualquier momento, con cualquier luz; con los años, los científicos han descubierto muchas cosas sobre las longitudes de onda de luz que resultan más efectivas, la duración óptima de la exposición y a qué horas del día. En los laboratorios del sueño, con dispositivos de iluminación especiales, es posible reprogramar a una persona para que funcione con días de diferente duración (veintiséis o veintiocho horas) o para que se despierte a medianoche y se acueste a mediodía. Abandonados a nuestra propia suerte, sin embargo, nos embarcamos en el día y el tictac constante de la rotación terrestre. Mi teléfono móvil se sincroniza con el resto del mundo enviando una señal a un satélite en órbita que contiene su propio reloj superpreciso y luego espera la respuesta. Para sincronizar mi cerebro con el resto del mundo, tan solo necesito abrir los ojos y dejar que entre el día.

Érase una vez una célula que entró en una cueva y permaneció allí durante muchos días y noches. Era yo; eras tú. Eran, en los meses anteriores a su nacimiento, Leo y Joshua, nuestros hijos gemelos.

¿Nacemos nosotros en el tiempo o nace el tiempo en nosotros? Por supuesto, la respuesta depende de lo que queramos decir con *tiempo*, pero también de a quién se refiera y cuándo comience este *nosotros*. Empezamos con una sola célula: una fábrica viviente y semihermética de reacciones e interacciones bioquímicas, cascadas de energía, intercambios de iones, bucles de retroalimentación y las expresiones rítmicas de los genes. La suma total de esta actividad puede medirse como un ascenso y un descenso sutiles del potencial eléctrico de la célula a lo largo del tiempo. Una célula se convierte en dos, luego en millares, después en un embrión identificable. En algún momento entre los cuarenta y los sesenta días después de la concepción, aparecen las células que constituirán el núcleo supraquiasmático. Surgen en una parte del cerebro naciente, van a la deriva, y a las dieciséis semanas, hacia la mitad del embarazo, se han instalado en el hipotálamo. En los babuinos, cuyo desarrollo fetal es similar al de los humanos, las células del núcleo supraquiasmático han comenzado a oscilar por sí mismas hacia el final de la gestación; la actividad metabólica de las células oscila entre la velocidad y la lentitud durante un período que ronda las veinticuatro horas. En ausencia de la luz solar, ha surgido algo próximo al ritmo del día. Las células se han vuelto circadianas.

El feto humano exhibe claros signos de actividad circadiana organizada incluso en una fase más temprana de la gestación, en torno a las veinte semanas, un mes después de que el núcleo supraquiasmático se haya asentado. La frecuencia cardíaca y respiratoria, así como la reducción de ciertos esteroides neuronales, varían de forma regular durante un período de veinticuatro horas. Pero el feto no va a la deriva en el tiempo endógeno como el espeleólogo francés que circula libremente. Su actividad circadiana tiene lugar en sincronía con el ciclo natural de luz y oscuridad fuera del útero, a pesar de que el feto se halle a oscuras y todavía tenga que formarse su tracto retinohipotalámico, la vía a través de la cual las noticias de la luz del día llegan al núcleo del reloj maestro. ¿Cómo ha llegado hasta allí el día?

Por medio de su madre. Entre los nutrientes y las sustancias que fluyen a través de la placenta se encuentran dos neuroquímicos, el neurotransmisor dopamina y la hormona melatonina, que desempeñan un papel decisivo en la sincronización del reloj maestro del feto con el tiempo exterior del día. Los receptores de estos neuroquímicos aparecen en el núcleo supraquiasmático en una etapa temprana de la formación de la estructura en el útero. Con frecuencia, cuando yazco despierto en la oscuridad de la noche, me gusta imaginar que la vida en el seno materno debe de ser como eso, solo que mejor: allí no hay ningún reloj que haga tictac, ni irrumpe ningún pensamiento sobre el tictac; el feto flota en un espacio más allá del tiempo, pausado e inocente. Pero esto es claramente una ficción; el embrión se halla continuamente bañado e imbuido en la hora correcta del día. Vive y crece en un tiempo prestado.

¿Qué gana el feto con el conocimiento de segunda mano del día? Una posible ventaja, piensan los científicos, surge en los primeros días fuera del seno materno. Los mamíferos que viven en madrigueras (topos, ratones, ardillas de tierra) no están expuestos a menudo directamente a la luz solar durante los primeros días o semanas tras su nacimiento. Si las crías recién nacidas, cuando emergen finalmente a la superficie, tuvieran que pasarse varios días adicionales aclimatándose a los ritmos de la luz solar, serían especialmente vulnerables a los depredadores. Tal vez para ellos, y también para los humanos, la experiencia circadiana en el seno materno proporcione una suerte de impulso inicial, un curso preparatorio para la luminosa realidad.

Pero el reloj circadiano es también esencial para organizar el entorno interno. Un animal, incluso en estado embrionario, es una ensambladura de relojes circadianos en miniatura: miles de millones de ellos, en células, genes y órganos en desarrollo, trabajando en torno a veinticuatro horas al día en las tareas respectivamente asignadas. Sin un reloj central —proporcionado en el útero por la madre y, con el tiempo, por el núcleo supraquiasmático—, estos diversos sistemas no se desarrollarían de manera apropiada ni funcionarían coordinados entre sí. Si el estómago decide comer a la una pero las enzimas gástricas aparecen una hora tarde, la digestión será ineficiente. El reloj materno proporciona al feto una organización esencial —«un estado de orden temporal interno», como se dice en un artículo— hasta que el reloj del individuo está listo para la tarea. Asimismo integra la fisiología del embrión con la de la madre, posibilitando que ambos coman, digieran y metabolicen siguiendo un mismo horario. Después de todo, hasta el momento del

nacimiento, el feto es literalmente parte de la madre, un reloj periférico más, que ha de ser gobernado y dirigido.

El ritmo circadiano de la madre también puede servir como despertador para el feto. Los investigadores han descubierto que, para muchos mamíferos, el comienzo del parto tiene un componente circadiano. Por ejemplo, las ratas suelen parir durante las horas de luz solar, el equivalente a su noche, y en el laboratorio puede alterarse el inicio del parto acortando o prolongando la exposición de la madre a la luz. Entre las mujeres estadounidenses, la mayoría de los nacimientos en casa tienen lugar de noche, entre la una y las cinco de la madrugada. (En los hospitales, sin embargo, los bebés nacen con más frecuencia los días laborables entre las ocho y las nueve de la mañana, presumiblemente debido al aumento de los partos inducidos y las cesáreas, que suelen programarse para optimizar la asistencia sanitaria.) Varios estudios sobre animales sugieren que el feto desempeña también un papel activo en la programación del parto. El último día de la gestación, el reloj maestro del cerebro fetal, que ya está sincronizado con el día solar, desencadena la cascada de señales neuroquímicas que culminan en el nacimiento. El joven reloj, antaño oscuro y periférico, anuncia su independencia y provoca su propia liberación en el mundo.

Leo y Joshua nacieron seis semanas y media antes de tiempo y con cuatro minutos de diferencia en las primeras horas del cuatro de julio. Los recién nacidos son criaturas extrañas, conmocionadas, berreantes y recubiertas de vernix blanco. Al mirar hacia atrás, puedo afirmar con franqueza que, cuando salieron nuestros hijos en el paritorio, lo que vi fueron dos marionetas medio desquiciadas y deslavazadas. No era de extrañar. Durante varios meses y hasta aquel momento, habían conocido íntimamente el tiempo; era un baño neuroquímico canalizado a través de la placenta. Ahí estaban ahora dos nuevos humanos buscando desesperadamente el reloj junto a su cama —«¿Qué hora es?»— sin ninguna esperanza de hallarlo a corto plazo.

Ni que decir tiene que su nuevo reloj, el reloj universal, los fulminaba con su mirada en forma de luz. (De acuerdo, era la luz del hospital a las dos de la madrugada, pero en unas horas estarían expuestos a la auténtica luz.) Cuando Michel Siffre salió del tiempo cavernario endógeno a la luz del día, tenía la ventaja de disponer de un sistema circadiano maduro. Solo unos días después de su retorno a la civilización, su ciclo de sueño y vigilia había recobrado una cierta normalidad y volvía a estar en sincronía con sus amigos y familiares, y con el resto del mundo. El

recién nacido, en cambio, emerge con un reloj circadiano que todavía no se encuentra plenamente operativo. Nace en sincronía con su madre y luego, durante algunas semanas y a plena luz del día, se sumerge en el caos temporal, arrastrando consigo a su nueva familia.

Eso explicaría mucho de lo que sucedió aquellas primeras semanas, hasta donde alcanzo a recordar. Todos dormíamos tan poco y de manera tan irregular que mi memoria de trabajo se disolvió. Recuerdo que vi la película *The French Connection* (*Contra el imperio de la droga*) varias veces pasada la medianoche mientras les daba el biberón a los dos bebés, pero incluso ahora sería incapaz de contar la trama; aparecía un hombre con barba, una persecución en el metro, Gene Hackman con sombrero. Al igual que Siffre, apenas recordaba lo que había hecho el día anterior, ni cuánto tiempo había transcurrido desde el día anterior, ni si el día anterior había terminado ya. Ese período entero se desdibujaba en un largo tramo de vigilia e insomnio. Cuando muchos meses después Susan y yo recobramos por fin la capacidad de reflexionar, nos descubrimos diciendo tanto «El tiempo se detuvo» como «El tiempo voló», y ambas declaraciones se antojaban igualmente ciertas.

Durante los tres primeros meses de vida aproximadamente, el infante duerme dieciséis o diecisiete horas diarias, pero no de una manera consolidada. Sus períodos de descanso se distribuyen de forma bastante uniforme durante un período de veinticuatro horas: al principio más durante el día que durante la noche y luego, hacia la semana doce, más de noche que de día. El patrón disperso es el resultado de una mala comunicación interna. Aunque el bebé nace con un reloj circadiano en funcionamiento en el hipotálamo, las vías neuronales y bioquímicas que transmiten el ritmo a través del cerebro y del cuerpo todavía no están conectadas por completo. «El reloj está haciendo tictac —me explicó en cierta ocasión Scott Rivkees, jefe de pediatría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Florida—. Pero puede haber un desequilibrio entre lo que sucede en el reloj y en el resto del organismo.» Es como si el Observatorio Naval estadounidense fuera incapaz de enviar sus señales horarias a la red de satélites GPS, o como si el NIST se olvidase de conectar su emisora de radio de información horaria: el cerebro del bebé se da cuenta de la hora correcta del día, pero no logra difundirla de manera apropiada.

No hace mucho tiempo, este desequilibrio suscitó un gran interés clínico. A finales de la década de 1990, Rivkees contribuyó a identificar el tracto retinohipotalámico, la

vía neuronal que conecta los ojos con el núcleo supraquiasmático, en los bebés prematuros y en los recién nacidos. También descubrió que el canal es funcional avanzada la gestación: responde a la luz incluso en los infantes nacidos con varias semanas de antelación. El descubrimiento y sus implicaciones cogieron por sorpresa a Rivkees, según él mismo me contó. Los infantes nacidos prematuramente permanecen en una unidad de cuidados intensivos neonatales hasta que son lo suficientemente fuertes para ir a casa. Hasta bien entrada la década de los noventa, la práctica común en estas unidades consistía en tener siempre las luces apagadas; el seno materno es oscuro, luego el entorno hospitalario del bebé prematuro también debería serlo, rezaba el razonamiento. Rivkees se preguntaba si ese razonamiento era sólido. El infante prematuro pierde inmediatamente el *input* circadiano de su madre, una información que resulta vital para que los órganos y los sistemas fisiológicos nacientes se desarrollen en sincronía los unos con los otros. Pero el bebé prematuro sí que dispone de un tracto retinohipotalámico, por lo que potencialmente podría absorber por sí mismo la información circadiana. Rivkees sospechaba que los hospitales, en su afán por hacer lo correcto, estaban privando a los infantes de datos temporales fundamentales.

Sus colegas y él llevaron a cabo un experimento. Se mantuvo a un grupo de control de neonatos en el ambiente típico de la UCI neonatal, con una luz tenue permanente, durante las dos semanas previas a su salida del hospital. Un segundo grupo fue expuesto a un régimen cíclico: las luces se encendían desde las siete de la mañana hasta las siete de la tarde y permanecían apagadas el resto del tiempo. Los infantes de ambos grupos se fueron a casa con unos monitores de actividad en sus tobillos que registraban continuamente los ligeros cambios en la frecuencia cardíaca y en la respiración. Los datos revelaron que, tras la primera semana en casa, los bebés de ambos grupos tenían esencialmente los mismos patrones de sueño. Pero los infantes que habían estado expuestos a la iluminación cíclica en el hospital mostraban entre un veinte y un treinta por ciento más de actividad durante el día que durante la noche, y sus madres interactuaban más con ellos; el grupo de control tardaba entre seis y ocho semanas más en mostrar patrones comparables. La luz temprana y un sentido temprano del tiempo ofrecían algo más que un estímulo para la salud; resultaban esenciales para la química que ayuda a forjar los nuevos vínculos familiares.

Gracias en parte a esa investigación, las unidades neonatales suelen utilizar actualmente una iluminación cíclica. Y los pediatras suelen recomendar el uso de

persianas para oscurecer la casa solo desde el atardecer hasta el amanecer, no durante la siesta de la tarde del infante. Pero el mito de la eternidad del seno materno persiste entre los padres, me explicó Rivkees. Cuando los enfermeros pediátricos hacen visitas a domicilio, habitualmente encuentran a los recién nacidos durmiendo en habitaciones que se mantienen a oscuras o con una luz tenue. «Cabría pensar que los niños se van a encontrar en casa habitaciones luminosas y aireadas, pero con frecuencia no es así», me contó. Incluso después del nacimiento, la madre continúa imprimiendo su ritmo circadiano a su infante. La leche materna contiene triptófano, una molécula que, cuando se ingiere, sintetiza la melatonina, un neuroquímico que induce el sueño. El triptófano se produce de manera natural siguiendo el programa del reloj circadiano de la madre; en el pecho se encuentra disponible en mayor cantidad a determinadas horas del día que a otras. Las tomas del pecho programadas con regularidad contribuyen a sintonizar el ciclo de sueño del infante con el de la madre y también con el del día natural, y varios estudios recientes sugieren que los bebés que toman leche materna adoptan un horario de sueño razonable antes que los bebés alimentados con leche en polvo. Para el recién nacido, el día es algo que se consume y se absorbe.

Me despierta un llanto en la oscuridad. Leo tiene hambre. ¿Qué hora es? Busco a tientas el reloj y lo acerco a mis ojos: las cuatro y veinte. Hoy es 21 de junio, el primer día de verano, el día con más minutos de luz solar. Evidentemente, yo estaré despierto durante todos ellos.

Con la ayuda de unas veinte mil células con reloj y algunas neuronas especializadas en sus retinas, Leo y Joshua han metabolizado la luz del día de casi sus primeros trescientos sesenta y cinco días. Llevan algunas semanas durmiendo por la noche, pero se despiertan exasperantemente temprano, con el primer rumor del alba, incluso antes que los pájaros. Nuestros amigos aseguran que si los acostamos un poco más tarde que de costumbre, se despertarán un poco más tarde por la mañana. Pero hemos estado investigando sobre el arrastre circadiano y estamos encomendando nuestra cordura a la ciencia.

La luz reajustará el reloj circadiano, pero no cualquier luz; de lo contrario, el reloj circadiano se reajustaría con cada momento pasajero de luz del día. En la práctica, los organismos son más sensibles a la luz —para ser más precisos, a los cambios en la intensidad de la luz— al empezar su día. Los relojes circadianos de los animales

nocturnos como los murciélagos están más sintonizados con los cambios en la intensidad de la luz del día por la tarde que por la mañana, mientras que los animales diurnos (incluidos los niños cuando han alcanzado algo semejante a una fase diurna) son más sensibles a la luz al amanecer que al atardecer. Por tanto, podríamos esperar que nuestros hijos se despertaran a la misma hora temprana tanto si se acostaban a la seis como si lo hacían a las ocho de la tarde anterior.

Apenas he discutido de nuevo todo esto en mi cabeza con Susan (ahora ella también está despierta), los pájaros de fuera rompen a cantar: primero un solo petirrojo gorjeador y luego un coro. Son las cuatro y veintitrés. Susan sale arrastrando los pies para dar de comer a Leo; en veinte minutos Leo se duerme otra vez y Susan regresa a la cama. Menos de un minuto después, Joshua se despierta con un graznido. Una luz pálida se filtra a través de las persianas. El canto de los pájaros se ha vuelto cacofónico y creemos que mantiene despierto a Joshua. Los científicos que estudian los ritmos circadianos emplean el término *zeitgeber* —del alemán *Zeit* (tiempo) y *Geber* (dador o donante)— para caracterizar un suceso que reajusta el reloj biológico. El *zeitgeber* más fuerte y más común es la luz del día. Privados de ese *input* durante el tiempo suficiente, los humanos hallarán otras señales a las que ajustar inconscientemente sus ritmos circadianos: un despertador, el tañido de una campana, incluso el contacto social simple pero regular. La luz del día es un *zeitgeber* para el petirrojo, el petirrojo es un *zeitgeber* para el niño, el niño es un *zeitgeber* para el hombre.

«Cállate, pájaro», susurra Susan.

Los dos estamos empezando a entender que la maternidad y la paternidad consistirán en una serie gradual pero incesante de concesiones. Al principio nos decíamos a nosotros mismos que en realidad no éramos nuevos padres, sino gerentes de una nueva empresa. Según este relato, nuestras vidas eran exactamente las mismas que antes, salvo por la incorporación de dos empleados encantadores aunque poco productivos. Nuestra tarea consistía en imponerles un horario (comer a horas determinadas, dormir de las X a las Y) que encajase a la perfección en el horario de nuestros anteriores yoes adultos y sin hijos. Pero nuestra empresa parecía cada vez más poseída y operada por sus supuestos trabajadores.

Le cogí un cariño extremo a la siesta de mediodía de los niños, un período de dos o tres horas en el que mi yo anterior podía reafirmarse y hacer las cosas propias del yo anterior, como escribir o dormir, como si siguiera siendo mi yo presente. Pero eso

también era una ficción. Calmaba a los dos pequeños en sus cunas y me escabullía, ellos se callaban, pero enseguida uno de ellos empezaba a parlotear y me llamaba. Cuando me negaba a acudir, él ululaba y luego comenzaba a saltar arriba y abajo, incluso mientras su hermano dormía profundamente a escasa distancia. Esto me agitaba más allá de toda razón. Era una afrenta a mi nueva dictadura paterna y erosionaba más aún mi sensación de independencia. «Este es mi tiempo», trataba de decirle.

Lo engatusaba, lo camelaba, lo reñía. Lo único que conseguía era excitarlo, lo que agudizaba mi resentimiento. Cuando no se asustaba por mi ceño fruncido, parecía gozar provocándome con sus payasadas; descubrí sobresaltado que me había convertido en la autoridad y ahora el niño me estaba ofreciendo resistencia. Finalmente lo comprendí: en realidad no quería resistirse a la autoridad, solo quería que la autoridad jugara con él. Me rendí. Renuncié a la ilusión de un día de trabajo y los dos pasamos despiertos su hora de la siesta, resistiéndonos placenteramente juntos a la autoridad. Una tarde, señaló el reloj de la pared de la habitación, su tictac le impedía dormir y quería verlo más de cerca. Descolgué el reloj, se lo acerqué y le enseñé la caja de plástico del dorso que contenía la pila y el mecanismo. Luego le di la vuelta y, juntos y perplejos, observamos cómo giraba el segundero.

Trabajo en un viejo edificio situado al pie de una colina junto al río Hudson. El edificio, una antigua fábrica de cerveza, alberga una mezcla ecléctica de empresas locales, entre las que figuran una empresa contratista, un taller de reparación de pianos, una academia de baile infantil y varios artistas y músicos. Las paredes son finas, los suelos son de linóleo y toda la estructura está en proceso de descomposición. Por la noche, cubro mi ordenador con un plástico por si hay goteras o cae arenilla del techo. Una mañana advertí que una avispa alfarera había empezado a construir un nido de barro en mi techo. Otro día, a través de la pared, oí al dueño del negocio de al lado regañar a una empleada, que resultó ser su madre: «¡Si tengo un plazo de entrega y necesito más tiempo, lo primero que hago es calcular cuánto tiempo más necesito!».

Delante, junto al aparcamiento, hay un estanque artificial con un banco adonde acudo a veces para pensar. El estanque es pequeño, de unos treinta metros de ancho, con un borde de hormigón. El agua (escorrentía suburbana) entra por el lado norte desde un barranco lleno de malas hierbas y sale por el lado más próximo a través de un tubo de desagüe. A principios de primavera, el agua es lo bastante clara para permitirme ver los peces de colores cerca del fondo, a poco más de un metro de profundidad. Hacia mediados de mayo, la superficie se ha cubierto de una película verdosa y a finales de junio el estanque se llena de verdín, ofreciendo poco que ver pero mucho que pensar.

El verdín rara vez recibe el reconocimiento que se merece. Lo que llamamos verdín consta con frecuencia de cianobacterias, antiguamente conocidas como algas verdeazuladas, un amplio grupo de procariotas (organismos que carecen de núcleo celular) unicelulares que viven en el agua y crecen a la luz del sol. Las cianobacterias no son las bacterias habituales (los gérmenes de tu hogar no realizan la fotosíntesis) ni son exactamente algas (que son eucariotas unicelulares, dotadas de núcleo). Pero están por todas partes; conforman una proporción respetable de la biomasa terrestre y son la base de la cadena alimentaria. Las cianobacterias figuran entre las formas más antiguas de vida en nuestro planeta, que ronda los cuatro mil quinientos millones de años. Aparecieron hace al menos dos mil ochocientos millones de años y quizás

incluso tres mil ochocientos millones, antes de que la atmósfera terrestre contuviera oxígeno; de hecho, se les atribuye la creación unicelular del oxígeno como subproducto de su fotosíntesis. De algún modo, en algún momento, la esencia seca del espacio-tiempo fue interiorizada —encarnada— por la vida. Si la historia del tiempo vivo comienza en algún lugar, las cianobacterias son un lugar tan bueno como cualquier otro para empezar.

La posesión de un reloj endógeno supone una útil adaptación. En primer lugar, el reloj es un respaldo fundamental. En teoría, un organismo podría valerse sin él y satisfacer en su lugar todas sus necesidades temporales, tales como mantener organizado su entorno interno, conectando directa y continuamente con el ritmo de veinticuatro horas de la luz solar, salvo que el organismo iría a la deriva cada noche y en los días nublados. (Imagínate que tu reloj controlado por radio perdiera la recepción de radio después de la puesta de sol y no tuviera ningún medio de llevar el ritmo por sí mismo.) Todavía hasta finales de la década de 1980, la mayoría de los biólogos asumían que los microbios tales como las cianobacterias carecen de reloj circadiano, por la sencilla razón de que el microbio medio no vive el tiempo suficiente para necesitarlo. Una cianobacteria típica se divide en dos nuevas cada pocas horas, con más rapidez y vigor cuando brilla el sol y con menos en la oscuridad. Durante un período de veinticuatro horas, una célula madre puede dar lugar a seis o más generaciones subsiguientes, con lo que se obtienen montones de células. Como me sugirió Carl Johnson, un microbiólogo de la Universidad de Vanderbilt: «¿Para qué sirve tener un reloj si al día siguiente no vas a ser la misma persona?».

Desde hace más de dos décadas, Johnson está a la vanguardia de las investigaciones que demuestran que, de hecho, las bacterias sí que tienen un reloj circadiano, y que es asombrosamente preciso. Además, el reloj bacteriano se parece tan poco al reloj de las células de los animales, los vegetales y los hongos que nos lleva a preguntarnos de entrada por qué evolucionó el reloj circadiano y qué relación puede guardar con las variedades subsiguientes de relojes.

Las cianobacterias crean oxígeno en el transcurso de la fotosíntesis; muchas especies fijan asimismo nitrógeno, tomándolo del aire y convirtiéndolo en compuestos que pueden ser utilizados por las plantas. Hacer ambas cosas al mismo tiempo supone un reto, ya que la presencia de oxígeno reprime la enzima implicada en la captación de nitrógeno. Más complejo aún es el hecho de que las cianobacterias

filamentosas pueden llevar a cabo estas actividades simultáneamente dividiendo el trabajo entre sus células. Pero las cianobacterias unicelulares carecen de compartimentos internos, por lo que, en su lugar, se compartimentalizan en el tiempo: realizan la fotosíntesis de día y fijan nitrógeno de noche.

La existencia de ese ritmo diario supuso un indicio de que los microbios poseen alguna clase de reloj circadiano. Junto con varios colegas, Johnson descifró el mecanismo del reloj, principalmente mediante el estudio del *Synechococcus elongatus*, una especie de cianobacteria utilizada habitualmente en experimentos de laboratorio. Su reloj es muy común entre las diversas cianobacterias, y aspectos similares de dicho reloj se aprecian en otros microbios, si bien guarda escasa semejanza con el que encontramos en los organismos superiores. En su núcleo se encuentran tres proteínas, apodadas KaiA, KaiB y KaiC, por el kanji o carácter japonés *kaiten*, que se refiere al giro cíclico de los cielos. La proteína clave, KaiC, se asemeja un poco a dos dónuts apilados uno encima del otro o, en una comparación muy oportuna, a un engranaje de reloj. De vez en cuando, la KaiC interactúa con una de las otras dos proteínas, alterando ligeramente su forma y permitiéndole captar o liberar un ion de fosfato. Finalmente, las tres proteínas convergen para formar una sola molécula efímera llamada periodosoma. Susan Golden, microbióloga de la Universidad de California, en San Diego, describe esta interacción como «un abrazo grupal», y este abrazo tarda unas veinticuatro horas en consumarse.

«Es prácticamente como el giro de los engranajes de un reloj», me explicó Golden. Esta configuración presenta varios aspectos extraordinarios, pero la sorpresa principal es su independencia. En los organismos superiores, el reloj circadiano está impulsado por la expresión rítmica del ADN; los genes clave del núcleo estimulan la construcción de proteínas en el citoplasma, que luego apagan dichos genes en el núcleo. Las cianobacterias carecen de núcleo; su reloj es una conversación solamente entre proteínas. Esas proteínas son fabricadas por genes específicos (si se eliminan los genes, el reloj acabará fallando por falta de componentes), pero el ritmo al que hace tictac el reloj de las proteínas no está ligado al ritmo al que se expresan los genes. De hecho, el ritmo del tictac del reloj de las proteínas es suficientemente independiente del ADN de la célula como para que cuando las proteínas clave se eliminan de la célula y se aíslan en un tubo de ensayo, continúen escenificando su abrazo de veinticuatro horas durante varios días.

«En los vegetales, los animales y los hongos, el reloj es una cosa muy imprecisa — me explica Golden—. Es una suma de acontecimientos, y son muchos los jugadores que se arremolinan. Lo extraordinario del reloj cianobacteriano es que se trata de una cosa: es un dispositivo. Puedes aislarlo en un tubo de ensayo y conseguir que desempeñe su función.»

Se cree que ciertos componentes de las células (como las mitocondrias generadoras de energía y los cloroplastos en los que se lleva a cabo la fotosíntesis) antaño eran procariotas que nadaban libremente, que eran ingeridos pero jamás metabolizados; son básicamente simbiosis internos. Yo me preguntaba si el reloj de proteínas tenía una historia similar, si había existido, o quizás existe todavía, independientemente en la naturaleza, y había sido asimilado por las cianobacterias, como un reloj prestado. Golden me explicó que no; los científicos lograron reproducir el reloj fuera de la célula viva utilizando únicamente meticulosas técnicas de laboratorio. Pero su existencia es una evidencia de la durabilidad y la simplicidad del mecanismo, añadió. Dado el recipiente adecuado y tan solo un puñado de piezas, la selección natural no tardará mucho en fabricar un reloj preciso; un reloj que, además, se transmite fácilmente de generación en generación.

En efecto, cuando una cianobacteria se divide, el reloj se divide en dos y continúa haciendo tictac sin perder el compás. Dos bacterias se convierten en cuatro, ocho, dieciséis, millones; todas ellas idénticas, todas ellas conteniendo relojes idénticos que conservan la misma hora original, sincronizados en masa. El reloj consta de un montón de proteínas que interactúan en un saco, la membrana celular. Cuando el saco se divide, también lo hacen las proteínas, de suerte que el mecanismo permanece intacto conservando el viejo ritmo en dos nuevos recipientes. Dado que el mecanismo funciona con independencia del ADN del organismo, el reloj trasciende el tiempo de vida de cualquier célula individual. Nadie lo diría a simple vista, pero la película que cubre un estanque, formada por miles de millones de células cianobacterianas, presenta la cara unificada de un reloj.

Alguna versión de este reloj se ha hallado en varias docenas de otras especies de cianobacterias. «Podrían existir otros organismos con otras clases de relojes —me explica Golden—. No sabemos cuántos relojes hay ahí afuera.» Con tantas variedades de relojes en funcionamiento (en animales, vegetales, hongos, bacterias), los biólogos han llegado a preguntarse cuán profunda puede ser su relación. Han surgido al respecto dos líneas de pensamiento. La primera, que cabría denominar la Escuela de

los Muchos Relojes, sostiene que, como el ritmo de veinticuatro horas de la luz solar ha sido una fuerza tan omnipresente en la selección natural, y dado que el reloj circadiano supone una adaptación tan crucial, han evolucionado innumerables formas del reloj circadiano. «Los diferentes organismos poseen cosas diferentes en sus cocinas con las que podrían preparar un reloj —me explica Golden—. Si funciona, pues funciona.»

La otra rama de pensamiento, la Escuela del Reloj Único, le da la vuelta a ese argumento: el ritmo de la luz solar ha sido una fuerza selectiva tan omnipresente que, una vez que evolucionó el reloj circadiano original, permaneció evolucionado. Este argumento es más difícil de defender; las disparidades entre tipos de relojes (entre humanos y vegetales, entre vegetales y hongos o entre hongos y cianobacterias) parecen demasiado grandes como para reconciliarse con facilidad. Pero Carl Johnson, por ejemplo, defiende que esto es posible en última instancia. Sospecha que, oculto bajo el diálogo que constituye el reloj de los organismos multicelulares (la transcripción de genes y la traducción en proteínas), algo semejante al reloj de proteínas de las cianobacterias hace tictac impulsando la aparente conversación. «Llevo tiempo promoviendo la idea de que tal vez la transcripción y la traducción no constituyan el modelo básico —me comentó—. Quizás las cianobacterias nos estén conduciendo hacia una nueva manera de pensar.»

Si observas fijamente un estanque con relojes de verdín durante un tiempo suficiente, empiezan a borbotear las preguntas. Por ejemplo: ¿Evolucionó el reloj circadiano muchas veces o solamente una? ¿Por qué empezó?

No existen respuestas demostrables, por supuesto; la selección natural borra sus huellas. No obstante, casi con certeza la luz solar desempeñó un papel en la aparición del reloj. No puede ser una mera coincidencia el hecho de que el ritmo del reloj circadiano y la duración del día solar se alineen tan estrechamente, y de una manera tan consistente y generalizada a través de los reinos de la vida.

Ponte en la piel de un microbio e imagínate lo que podrías hacer con tu reloj de veinticuatro horas. Es un útil respaldo para cuando te falte el sol, pero es asimismo un dispositivo anticipatorio, casi un despertador; proporciona una buena estimación de cuándo saldrá mañana el sol, permitiéndote prepararte para ello. Si eres fotosintético, un reloj semejante podría permitirte preparar tu mecanismo de recolección de energía y quizás lograr ventaja sobre otros fotosintetizadores, reproduciéndote así con más

éxito y legando tu reloj a las generaciones futuras. Esta ventaja podría resultar menos útil cerca del ecuador, donde la duración del día y la noche son iguales y la hora del amanecer y el atardecer nunca varía. Sin embargo, a medida que nos desplazamos al norte o al sur hacia los polos terrestres, la proporción entre luz solar y oscuridad varía cada día conforme avanza el año, y un reloj circadiano ayudaría a anticipar la variación. Quizás el reloj permitiera a los primeros organismos expandir su alcance, al igual que, en el siglo XVII, la invención de la longitud y el reloj mecánico ayudaron a los británicos a explorar los mares del mundo y a colonizar tierras remotas.

Ahora bien, como fuerza selectiva, la luz solar es un arma de doble filo; algo que ha de ser evitado al igual que utilizado. La radiación ultravioleta puede causar un grave daño al ADN de la célula; el genoma es sumamente vulnerable durante la división celular, cuando el ADN abre su cremallera para duplicarse. Las condiciones habrían sido especialmente peligrosas hace unos cuatro mil millones de años, antes de que el planeta desarrollara la capa de ozono que protege actualmente la vida de los rayos de sol más peligrosos. Y las cianobacterias, a las que se atribuye en gran parte la creación del oxígeno del planeta y de su capa de ozono (una hazaña que duró al menos mil millones de años), habrían corrido un grave riesgo. Al carecer de flagelos, no pueden moverse, por lo que habrían sido incapaces de hundirse en la sombra de la columna de agua. ¿Cómo se reproducían sin exponer sus partes vulnerables a los rayos ultravioletas?

Un reloj circadiano podía ayudar; con él, un microbio podía programar la división celular para las horas menos peligrosas del día. Los biólogos designan esto como la hipótesis del «escape de la luz». Aunque las cianobacterias parecen dividirse sin cesar bajo la luz (después de todo funcionan con energía solar), pueden establecer algunas constricciones temporales sobre su reproducción. Un estudio de tres comunidades microbianas en estado natural, dos de ellas compuestas de algas y la tercera de una especie de cianobacterias, reveló que realizaban la fotosíntesis durante todo el día, pero suspendían la producción de ADN nuevo entre tres y seis horas a mitad del día, para reanudarla antes del atardecer. Las zonas de ellas que son más susceptibles a la radiación ultravioleta se echaban efectivamente una siesta a la sombra a mediodía.

Las células vegetales y animales actuales pueden contener una reliquia de esta historia evolutiva en la forma de proteínas especializadas llamadas criptocromos. Estas proteínas son sensibles a la luz azul y ultravioleta; forman parte también del reloj circadiano de estos organismos, contribuyendo a mantenerlos sincronizados con

el ciclo natural de la luz del día. Las proteínas son extraordinariamente semejantes en su estructura a una enzima denominada fotoliasa del ADN, que utiliza la energía de la luz azul para reparar el ADN que ha resultado dañado por la radiación ultravioleta. Algunos biólogos piensan que el papel de la enzima puede haber evolucionado a lo largo del tiempo. Tal vez lo que comenzó siendo una herramienta para reparar el daño ultravioleta fue incorporado al reloj circadiano, donde, como criptocromo, desempeña en la actualidad un papel más de gestión, ayudando al organismo a esquivar completamente el daño solar. El médico se convirtió en un mediador.

Si los teóricos del escape están en lo cierto, entonces el reloj circadiano fue la primera profilaxis del mundo, el precursor del sexo seguro. Aquellos organismos que eran capaces de anticipar y evitar la reproducción durante las horas más peligrosas de luz solar eran recompensados con otra generación, mientras que los que actuaban a destiempo y no estaba equipados de forma adecuada quedaban fritos en términos genéticos. Cuestión de vida o muerte: maltusianismo puro y duro. Cuando observo el estanque de mi oficina, no veo inmediatamente un mecanismo de relojería, pero supongo que eso es lo que es. A ese verdín le debemos la hora del día.

14 de febrero de 1972: Michel Siffre comienza su segundo experimento importante de aislamiento temporal, el más largo de la historia. En la Midnight Cave cercana a Del Río, en Texas, y con financiación de la NASA, ha establecido un laboratorio subterráneo para estudiarse a sí mismo. Una plataforma de madera soporta una gran tienda de nailon equipada con una cama, una mesa, una silla y varios dispositivos científicos, congeladores de alimentos y casi tres mil litros de agua. Sin calendarios ni relojes. Sonríe a las cámaras de televisión, besa a su esposa, abraza a su madre y luego desciende por el pozo vertical de treinta metros que lo conduce al aislamiento. Si todo va bien, permanecerá allí más de seis meses, hasta septiembre. «La oscuridad es absoluta; el silencio, total», escribirá más tarde.

Siffre cuenta sus días por ciclos, de una hora de despertar a la siguiente. Por las mañanas está muy atareado: al levantarse, llama a su equipo de investigación, que le enciende desde arriba las luces que ha instalado en la cueva. Anota su tensión arterial, rueda casi cinco kilómetros en una bicicleta estática y dispara cinco series de prácticas de tiro con una escopeta de perdigones. Se pega electrodos al pecho para medir sus ritmos cardíacos, y a la cabeza para registrar la naturaleza de su sueño; con una sonda rectal mide su temperatura corporal. Cuando se afeita, guarda los pelos de la barba para su estudio posterior a fin de detectar posibles cambios hormonales. Y barre. Las rocas que lo rodean se están descomponiendo en un polvo que se posa por todas partes; el polvo está mezclado con el guano de una antigua colonia de murciélagos, por lo que trata de no inhalarlo.

Siffre está interesado en descubrir lo que sucede con los ritmos corporales naturales de una persona cuando esta se aísla del tiempo durante un período tan prolongado. Los estudios de Jürgen Aschoff y otros investigadores indicaban que algunos sujetos, aislados durante un mes, empiezan a habitar un día de cuarenta y ocho horas, durmiendo y permaneciendo despiertos el doble de tiempo que una persona normal. ¿Podrían los tripulantes de las naves espaciales o los submarinos nucleares lograr un régimen semejante y beneficiarse de él? Pero todas estas mediciones, la colocación y la retirada de sondas y electrodos, el estudio cuidadoso de los pelos de la barba, enseguida se vuelven tediosos para Siffre. Antes de que

acabe el primer mes, se rompe su tocadiscos, que era su principal fuente de diversión. «Ahora solo tengo libros», escribe en sus notas. El moho se propaga y crece incluso en los diales de sus equipos científicos.

Los resultados de las pruebas y las mediciones mostrarán más tarde que, durante las cinco primeras semanas bajo tierra, Siffre vivió en un ciclo circadiano de veintiséis horas. Su temperatura corporal subía y bajaba cada veintiséis horas y, aunque no era consciente de ello, dormía y permanecía despierto siguiendo también ese horario, levantándose dos horas más tarde cada día y durmiendo un tercio del tiempo. Al igual que le sucediera en el Scarasson, perdió toda sincronización: vivía el ideal rousseauniano, siguiendo un horario estrictamente endógeno sin la intervención de la luz solar ni de la sociedad.

En su trigésimo séptimo día bajo tierra, que según los cálculos de Siffre es el día treinta, sucede algo sin precedentes. Sin ser consciente de ello, su temperatura y su ciclo de sueño, que ya se han desconectado del día solar, se desconectan el uno del otro: Siffre permanece despierto hasta mucho después de su hora habitual de acostarse, y entonces duerme quince horas, el doble de su período de sueño habitual. A partir de entonces su horario se adelanta y se atrasa; unas veces duerme en un ciclo de veintiséis horas, otras veces este dura entre cuarenta y cincuenta horas. Todo el tiempo, su ciclo de temperatura mantiene un ritmo de veintiséis horas. Siffre es ajeno a todo ello.

Desde entonces los científicos han descubierto que nuestros hábitos de sueño solo están parcialmente gobernados por el ciclo circadiano. En el transcurso del día, el neuroquímico adenosina se acumula en el cuerpo induciendo el sueño; su acumulación se denomina presión homeostática. Puedes superar esa sensación echándote una siesta, que quemará parte de la adenosina y retrasará hasta la noche la sensación soporífera, o aguantando el tipo, quizás bebiendo cafeína, y tratando de permanecer despierto todo el tiempo posible. Una vez dormido, sin embargo, tu ciclo circadiano toma el control. En la fase temprana del sueño, caes en un sueño profundo, pero, conforme avanza la noche, empiezas a soñar. La fase REM del sueño, caracterizada por el movimiento rápido de los ojos, es más probable que suceda cuando la temperatura corporal esté más baja. Para la mayoría de la gente, esto ocurre un par de horas antes despertar para empezar el día. Por tanto, dado que la temperatura corporal sigue un horario circadiano, tenemos bastantes probabilidades

de despertarnos de un sueño largo antes del amanecer, y de hacerlo aproximadamente a la misma hora todos los días; a las cuatro y veintisiete, por ejemplo.

Dicho en otros términos, la adenosina te adormece si lo permites, y la intensidad de tu sueño viene determinada por el tiempo que permaneciste despierto con anterioridad, es decir, por el tiempo que resististe la presión homeostática. Pero la subida de tu temperatura corporal en el período antes del alba, que es un asunto circadiano, es lo que te despierta. Puedes manipular hasta cierto punto el primer factor, pero no el segundo. El tiempo que permanezcas dormido dependerá de cuándo te quedes dormido en relación con el punto más bajo de tu temperatura corporal. Cuanto más cerca de este te duermas, menos dormirás, incluso si habías estado despierto más tiempo que de costumbre.

Todo esto lo descubrirán más adelante los científicos que llevarán a cabo experimentos de aislamiento en limpios laboratorios y con voluntarios que no sufren una privación sensorial equiparable a la de Siffre. «Estoy experimentando el nadir de mi vida», escribe en un momento dado. El septuagésimo séptimo día, sus manos han perdido la destreza para ensartar abalorios. Su memoria está fallando. «No recuerdo nada de ayer. Incluso los acontecimientos de esta mañana se han desvanecido. Si no escribo las cosas inmediatamente, las olvido.» Siente un pánico tremendo cuando, tras raspar el moho de una revista, lee que la orina y la saliva de los murciélagos pueden transmitir la rabia por el aire. El septuagésimo noveno día, Siffre coge el teléfono. «*J'en ai marre!*», grita. ¡Estoy harto!

Pero aguanta; su permanencia no ha llegado siquiera a la mitad. Mide, monitoriza, se sonda, se pone y se quita los electrodos, se afeita, barre, monta en bici, dispara. Hasta que un día es incapaz de hacerlo. Se desconecta de todos los cordones y cables y piensa: «¡Estoy desperdiciando mi vida en esta estúpida investigación!». Entonces piensa en los valiosos datos que sus colegas pueden estar echando en falta mientras está desconectado y vuelve a enchufarlo todo. Se plantea el suicidio, que haría parecer un accidente, y entonces recuerda todas las facturas por sus experimentos que sus padres tendrían que pagar.

El día ciento sesenta, Siffre oye el crujido de un ratón. Durante su primer mes en la Midnight Cave, inquieto por los movimientos nocturnos de los ratones, Siffre había logrado atrapar y eliminar una colonia entera de ellos. Ahora está desesperado por la compañía de uno solo. Lo llama Mus y se pasa días estudiando sus hábitos y tramando su captura. Finalmente, el día ciento setenta, con una trampa fabricada con

una cacerola y con mermelada como cebo, observa acercarse recelosamente a su enemigo potencial. Un pasito más y... Siffre lo encierra de golpe con la cacerola, mientras su corazón late con fuerza por la emoción. «Por primera vez desde la entrada en la cueva, siento que me invade la felicidad», escribe. Pero algo ha salido mal; levanta la cacerola y ve que ha aplastado accidentalmente al ratón. Observa cómo muere. «Los quejidos se desvanecen. Está quieto. Me abrumba la desolación.»

Nueve días más tarde, el 10 de agosto, suena el teléfono: el experimento ha terminado. Siffre pasará otro mes en la cueva realizando pruebas adicionales, pero por fin puede gozar de compañía humana. El 5 de septiembre, tras más de doscientos días bajo tierra, regresa a la superficie, a una tumultuosa bienvenida y a la fragancia de la hierba. Siffre ha acumulado cajas llenas de cintas de audio, kilómetros de ellas a la espera de análisis. Su vista se ha debilitado, padece estrabismo crónico y ha contraído una deuda de medio millón de dólares, que tardará una década en pagar.

Posiblemente la cosa menos útil que uno puede llevarse al Ártico en julio sea una linterna. Yo me llevé dos.

Todavía hoy soy incapaz de decir por qué. Al norte del círculo polar ártico, que comienza a una latitud de sesenta y seis grados norte, doscientos kilómetros al norte de Fairbanks, en Alaska, el sol no se pone desde mediados de mayo hasta mediados de agosto. En su punto más bajo, permanece justo sobre el horizonte y se arrastra por él, arrojando una luz pálida sobre millas y millas de tundra ondulante y pantanosa, incluso a las dos de la madrugada. El verano es un largo día. El ecosistema entero ha evolucionado para sacar partido de esta estación de luz solar constante: para florecer, eclosionar, alimentar, nadar, aparearse, engendrar y ocultarse de nuevo antes de que el sol se ponga por primera vez avanzado agosto y la luz solar disponible comience su caída hacia las semanas de noche invernal. Yo sabía todo esto con antelación. Pero de algún modo, en algún lugar, imaginaba una oscuridad que necesitaría iluminar: en una cueva que podría explorar; en la madriguera de una ardilla de tierra del Ártico a la que podría asomarme; bajo mi catre en la profunda oscuridad de mi tienda.

Había ido al Ártico para pasar algún tiempo con los biólogos de la Estación de Campo de Toolik, a la orilla del lago Toolik, en la Ladera Norte de Alaska. La estación, establecida en 1975, es un activo campamento de laboratorios en caravanas de alta tecnología y cabañas de metal corrugado endurecidas por el clima, pero por lo demás está tan en medio de la nada como cabe imaginar. Al sur, la cordillera de Brooks es un muro dentado en el horizonte. A doscientos kilómetros hacia el norte está el pueblo llamado Deadhorse, en la bahía de Prudhoe, en la costa del océano Ártico, y el extremo norte del oleoducto Trans-Alaska; llegar allí implica un agotador viaje de cinco horas por la autopista Dalton, una ancha carretera de grava dominada por tractores con remolque que lanzan piedras del tamaño de un puño cuando pasan rugiendo.

En medio hay miles de kilómetros cuadrados de tundra y centenares de lagos poco profundos con forma de lágrimas, como Toolik. Aunque la tundra parece un paisaje insulso y uniforme, es un ecosistema rico y variado, una mezcla de musgos, líquenes, hepáticas, juncias, hierbas y arbustos enanos. Entre los treinta y los sesenta

centímetros de profundidad empieza el permafrost, pero la capa superior no congelada está habitada por ratones de campo, liebres, zorros, ardillas de tierra, abejorros, aves nidificantes y otros animales. Cada verano, un centenar de científicos y estudiantes de posgrado acuden a la estación para estudiar la tundra, recoger especímenes de lagos y arroyos y medir, pesar y documentar. El paisaje no es tan frágil como de cambio lento. En otros lugares, el estudio ecológico típico no dura más de unos años, limitado por el presupuesto y la capacidad de atención. Toolik representa el compromiso científico de descubrir cómo funciona un entorno durante décadas.

Yo me sentía atraído por la ciencia de los días. En mi solicitud para permanecer en la estación, describí mi interés por los ritmos circadianos y las cuestiones que esperaba explorar siguiendo a los biólogos de Toolik. «¿Cómo afecta el régimen de luz al metabolismo y a los ciclos de los microbios y del fitoplancton? ¿Cómo se manifiestan estos efectos en la red trófica a través de la distribución y los índices de crecimiento de las poblaciones, la disponibilidad de oxígeno y nutrientes, y otras vías?» Lo que quería decir era: ¿Cómo se manifiestan los ritmos circadianos en el más sobrio de los ecosistemas, bajo las condiciones extremas de un verano polar? ¿Cómo es el tiempo biológico en su máxima desnudez?

En realidad, sin embargo, solo quería saber lo que se sentía. En 1937, el explorador Richard Byrd pasó cuatro meses en solitario, desde abril hasta julio, en una choza en la helada oscuridad del invierno antártico, haciendo lecturas meteorológicas. «Deseo dejar clara una cosa desde el principio —escribió en *Alone (Soledad)*, sus memorias de aquel tiempo—. Que, por encima de todo lo demás, y más allá del sólido valor de las observaciones del clima y de la aurora en el interior de la Antártida, deshabitado hasta ahora, y de mi interés en estos estudios, en realidad quería ir por la experiencia misma... No tenía ningún objetivo relevante. No había nada de esa índole. Nada en absoluto, salvo el deseo de un hombre de conocer esa clase de experiencia en su plenitud, de permanecer un tiempo en solitario y saborear la paz, el silencio y la soledad durante el tiempo suficiente para descubrir su auténtico valor.»

Yo deseaba deshacerme de mi reloj. Todos los experimentos de aislamiento temporal sobre los que había leído implicaban estar encerrado en una cueva o en una choza congelada y oscura. Pero la idea de pasar dos semanas de verano de constante luz solar, en un amplio espacio abierto de Alaska, sonaba atractiva; justo esa clase de aventura que apreciaría mi yo anterior, que se desvanecía por momentos. No

importaba que mis dos hijos celebrasen su segundo cumpleaños en mi ausencia; el sol me estaba esperando para iluminarme con su luz eterna.

Hace diez mil años terminó la edad de hielo más reciente y se retiraron los glaciares de la Ladera Norte; dejaron atrás una extensa red de arroyos y de pequeños lagos poco profundos interconectados, casi todos ellos inaccesibles por carretera. En 1973 llegaron los biólogos, un pequeño equipo del Laboratorio Biológico Marino de Woods Hole, Massachusetts, que acudieron a estudiar los impactos potenciales del oleoducto, que por entonces se hallaba en construcción. Descubrieron el lago Toolik junto a la carretera de grava, cerca de un campamento de construcción del oleoducto. Armaron sus tiendas cerca de allí y se pusieron manos a la obra, visitando de vez en cuando el campamento para hacer la colada o coger una barra de helado del congelador. Finalmente se trasladaron al otro lado del lago y echaron raíces; la estación abarca en la actualidad varias hectáreas y se ha convertido en el laboratorio más avanzado del mundo para el estudio de los ecosistemas árticos.

Una mañana seguí a John O'Brien, un biólogo de agua dulce de la Universidad de Carolina del Norte, en Greensboro, hasta uno de sus sitios de campo, un trío de pequeños lagos ubicados unos pocos kilómetros al sur de Toolik. Era una distancia imposible a pie; la tundra es una mezcla grumosa de hepáticas esponjosas y duras matas de hierba algodонера, y caminar largas distancias por ella resulta agotador, como andar pesadamente por una ciénaga, pero con un riesgo mucho más alto de torcerse un tobillo. La estación cuenta con un pequeño helicóptero para expediciones de investigación, y O'Brien organizó las cosas para que nos depositasen, junto con tres estudiantes de posgrado, un bote hinchable, remos y mochilas llenas de instrumentos de muestreo, en una ligera elevación sobre uno de los lagos que, con solo noventa metros de anchura, apenas era un estanque. Cuando se marchó el helicóptero y se aquietaron las hierbas, nos asediaron los mosquitos. El día, luminoso y sin brisa, era inusualmente apacible.

O'Brien había formado parte del equipo que colonizó Toolik en 1973 y había regresado casi todos los veranos desde entonces, dejando unas semanas a su familia para estudiar las interacciones entre las plantas microscópicas de agua dulce y el único zooplancton de agua dulce ligeramente más grande que las come. Normalmente consideramos los ecosistemas en términos de sus componentes vivos: copépodos, líquenes, pulgas de la nieve, polillas tigre, arrendajos grises, tímalo ártico. Pero

estas formas de vida son cuerpos efímeros, recipientes temporales para el flujo perpetuo de nutrientes a su través. Los científicos acuden a Toolik movidos por intereses diversos (botánica, limnología, entomología), pero en última instancia investigan la misma biogeoquímica subyacente: carbono, nitrógeno, oxígeno, fósforo y otros elementos que recorren ciclos del suelo al arroyo, de la hoja al aire, de la lluvia al suelo y vuelta a empezar. Estas sustancias, meticulosamente medidas a través de los índices de crecimiento, las frecuencias respiratorias y el peso de la biomasa, a lo largo del tiempo y a través del paisaje, ofrecen una muestra fiable de cómo se comporta y se transforma el ecosistema en su conjunto.

Tras mi primer día en Toolik ya tenía claro que ninguno de aquellos investigadores estaba estudiando la biología circadiana, ni en el Ártico ni en ningún otro lugar. Pero cada vez más, todos ellos estudiaban facetas de una misma preocupación: el innegable calentamiento del clima del planeta. El Ártico, con unos componentes biológicos relativamente escasos, sirve como un modelo básico para entender cómo pueden responder al calentamiento global los ecosistemas más complejos. Y la región es vital por derecho propio; al menos el diez por ciento del carbono terrestre del mundo está encerrado en la tundra congelada. ¿Cuánto de ese carbono se liberará conforme asciendan las temperaturas? ¿Cuánto será captado de nuevo por las plantas para continuar su crecimiento y cuánto irá a parar a la atmósfera para calentar todavía más la Tierra? Durante la mayor parte del tiempo, Toolik estaba en medio de la nada; cada vez está más en el corazón de todo.

«En los primeros tiempos, la cordillera del fondo tenía las cimas nevadas y la nieve duraba todo el verano —me contó O'Brien—. Este clima cálido huele mal.» Estaba a la orilla del lago, apoyado en un remo del bote como si fuera un bastón y mirando al sur hacia la cordillera de Brooks. A sus sesenta y seis años, O'Brien era fornido e inquisitivo, con una mata de pelo blanco y una barba blanca y erizada. Su presencia se me antojaba reconfortante, como un ancla, y me gustaba el hecho de que le gustase contar historias, muchas de las cuales comenzaban con «En los viejos tiempos...». En los viejos tiempos nunca veías una tormenta en la Ladera Norte. En los viejos tiempos jamás se te ocurriría ir al campo en camiseta, como él ahora. En los viejos tiempos, antes de los ordenadores portátiles y los localizadores GPS y el dedicado personal de los talleres de mecánica, en Toolik te lo fabricabas todo tú mismo.

«En los viejos tiempos, estabas tan preocupado por tus necesidades animales que salía a relucir tu animalidad», decía. Durante su primer verano en Alaska, él y varios

de sus colegas pasaron tres meses explorando el valle del río Noatak, otra joya en medio de la nada en la vasta reserva nacional del mismo nombre. Trabajaban catorce horas diarias, siete días por semana; el sol nunca se ponía, así que ellos tampoco paraban. Pronto se hartaron unos de otros y casi dejaron de hablarse. El cocinero cocinaba lo mínimo, pero se negaba a lavar los platos, así que el grupo se acostumbró a comer sobre un hule, sin platos ni cubiertos. Como una válvula de escape, O'Brien leía *Sometimes a Great Notion (Casta invencible)*, la novela de Ken Kesey sobre una familia de leñadores. La historia y su entorno lo absorbieron tanto que empezó a creer que era un personaje vivo de la novela y que siempre lo sería, y que su vida en casa era la ficción. «Nos volvimos completamente locos», me confesó.

Durante mis dos semanas en Toolik, mi hogar era un WeatherPort, una cabaña para dormir con suelo de planchas y paredes de lona ocre. Dormía en un colchón sobre un somier de muelles helicoidales y bajo una mosquitera. Como otros residentes de la estación, me aconsejaban que me duchara solo dos veces por semana, durante dos minutos, para conservar el agua dulce. Había comodidades: acceso inalámbrico a internet de alta velocidad; un comedor, abierto a todas horas, que servía tilapia rebozada con polenta, con salsa de plátano y guayaba, y, con vistas a la superficie cristalina del lago Toolik, una sauna de madera de cedro que estaba particularmente concurrida después de la medianoche.

Pero no había oscuridad. Durante los primeros días, saltaba de mi saco de dormir para saludar al día, que se tornaba evidente por la luz del sol que iluminaba las paredes de mi cabaña, y consultaba mi reloj para ver que eran las tres y media de la madrugada. Por la noche (o lo que comencé a considerar la noche) me acostumbré a ponerme un antifaz, como si estuviera en un vuelo transoceánico. Cuando, según mi reloj, llegaba la auténtica mañana, salía al exterior y me espoleaba a mí mismo con el mismo recordatorio irrelevante: «No olvides apagar la luz».

A lo largo de la evolución, los habitantes ecológicos de las regiones polares se han adaptado a tomarse con calma esta confusión diurna. En el Antártico, los pingüinos barbijos tienden a ceñirse a las rutas trilladas cuando arrastran los pies desde sus colonias hasta la costa para zambullirse y alimentarse, y son bastante rígidos en cuanto a sus horarios de viaje; emprenden su ruta cuando comienza su día con casi veinticuatro horas de puntualidad, independientemente de la temperatura o de la luz disponible. (Regresan, al final del día, con un horario más relajado.) Las abejas del

norte de Finlandia, bajo la continua luz del día estival, no están activas las veinticuatro horas del día. Su actividad alcanza su cima en torno al mediodía y dejan de trabajar hacia medianoche, quizás para calentar sus nidos durante la parte ligeramente más fresca del día, o quizás descansando para consolidar sus recuerdos de los esfuerzos de ese día para procurarse el alimento. En estos empeños al menos los animales ignoran el horario del sol y obedecen estrictamente el reloj circadiano que llevan dentro.

Los renos del Ártico han adoptado la estrategia inversa. En 2010, Andrew Loudon, un investigador de la Universidad de Mánchester, en Inglaterra, y sus colegas descubrieron que, en los renos del Ártico, dos genes clave del reloj no oscilan siguiendo un patrón circadiano como lo hacen en otros animales. La mayor parte de los demás organismos complejos duermen, permanecen despiertos y segregan hormonas siguiendo un programa de veinticuatro horas aproximadamente, y sus relojes circadianos son lo suficientemente sensibles a la luz del día como para que, incluso bajo la luz permanente del verano, sean arrastrados hasta el día físico y se mantengan sincronizados con él. No el reno; este animal no genera ninguna señal circadiana interna. En lugar de ello, se comporta en respuesta directa a la luz: se levanta cuando brilla el cielo y se duerme cuando se va apagando la luz. Se ha quitado realmente el reloj y es plenamente esclavo del sol. «La evolución ha inventado un medio para apagar el reloj celular —afirma Loudon—. Tal vez siga existiendo un reloj que haga tictac en su interior, pero no hemos sido capaces de localizarlo.»

Los biólogos de Toolik han adoptado una amplia gama de respuestas a la luz permanente. La temporada para la recogida de datos es breve, por lo que los investigadores, sin oscuridad que pueda ralentizarlos, se despliegan en abanico por el paisaje a todas horas para recoger, medir, sintetizar, comparar y conversar. El 4 de julio fui a Deadhorse a ver el océano Ártico; a mi regreso, a las dos y media de la madrugada, encontré gente en el comedor comiendo langosta y *filet mignon*. En Toolik todos tenían una historia sobre un insomne al que conocían. Uno de ellos llevaba en su caravana-laboratorio una colchoneta de *camping* para poder dormir allí mismo a cualquier hora; un verano, con el tiempo que había ganado durmiendo menos de lo habitual, fabricó un balón y un velero. Otro se empeñó en guardar su reloj durante su estancia en Toolik y tratar de ignorar cualquier recordatorio del tiempo; comía y dormía cuando le apetecía y trabajaba incesantemente. Cuando

vuelve a casa al final de la temporada, me confesó, la noche lo pone como loco. Otro describía una caminata que había dado después de cenar; perdió la noción del tiempo y, cuando regresó al campamento, se sorprendió al encontrar al personal de cocina preparado para el desayuno.

Sin embargo, otros obedecían devotamente al reloj. «Necesito acostarme cuando es la hora de dormir», me dijo uno de los estudiantes de posgrado de O'Brien. Habíamos hinchado el bote y estábamos recogiendo muestras de agua en medio del lago mientras O'Brien pescaba zooplancton desde la orilla con una pequeña red. «Si esperase hasta estar cansado —decía el estudiante—, me pasaría toda la noche despierto, probablemente comiendo pastel en el comedor.» O'Brien seguía de cerca el reloj y era famoso por hacer que sus estudiantes siguieran su horario, o al menos por intentarlo. Esperaba que se presentaran a diario en el comedor para desayunar, pero ellos idearon un truco: permanecían toda la noche en vela acabando su trabajo, acudían a desayunar, se reunían con O'Brien para ponerlo al corriente de sus progresos y discutir sus tareas para el día y luego volvían a la cama. O'Brien tardaría veinte años en descubrirlo.

Si había algún hito temporal común en ese mar de luz, era el desayuno. Con pocas excepciones, en el campamento todo el mundo organizaba su jornada en torno a él; el desayuno empezaba oficialmente a las seis y media de la mañana, y a las siete menos cuarto la cantina estaba llena. La atracción era tan social como fisiológica: había planes de trabajo que discutir, datos que revisar, vacantes de trabajo que compartir, discusiones que resolver acerca de quién podía hinchar más rápido un bote Sevylor 66. En teoría podías ignorar en realidad todos los relojes de Toolik y vivir únicamente de acuerdo con tu ritmo interno, o quizás prescindir incluso de este, pero resultaba práctico. Cualquier proyecto que implicara a más de una persona requería un tiempo compartido para consolidarlo: nos vemos en el muelle a mediodía; el helicóptero parte para la zona de Anaktuvuk a las nueve en punto; baile de salsa en la tienda comedor el viernes a las ocho y media de la tarde.

Cuando miro mi reloj veo números, pero con cada día que pasa en Toolik los números significan menos. Incluso la frase «cada día que pasa» ha perdido su significado. Simplemente habito un largo día en el que sesteo de vez en cuando y, al despertar, me sorprende al descubrir que, a juzgar por las cifras de mi reloj, he dormido varias horas. El sueño ha dejado de ser lo que divide un día del siguiente y

ha empezado a antojarse opcional. Descubro que estoy pasando más tiempo en el cuarto del teléfono de la estación, atado a casa por una línea T1.

Cada vez sueño más con el tiempo. Sueño que mis hijos han roto mi reloj y han esparcido sus fragmentos por el suelo. Sueño que estoy caminando por unas dunas de arena cuando de repente caigo al fondo de un cañón y no puedo salir; mis amigos no saben adónde he ido y no pueden oír mis gritos. Así pues, sigo bajando por el cañón y bajo el peso monumental de las dunas mientras la luz del día se desvanece detrás de mí, sabiendo que en cualquier momento el techo se encogerá silenciosamente y me enterrará en la arena.

El sueño deriva casi con certeza de mi vigilia, de un libro que leí en la biblioteca de casa sobre un alpinista que cae a una grieta y se rompe la pierna. Incapaz de salir, se adentra gateando en la oscuridad hasta el corazón de la montaña. Sobrevive lamiendo la humedad del musgo hasta que milagrosamente encuentra una salida que lo conduce a la ladera iluminada por el sol. Pero su campamento se halla a varios kilómetros, de modo que sigue gateando a través de un laberinto imposible de puentes naturales de hielo, por un barranco pedregoso y alrededor de la orilla rocosa de un lago. Lo que lo impulsa, escribe, es su reloj. Levanta la cabeza de la nieve, elige un hito a cien o doscientos metros de distancia, mira su reloj y se dice: «Tienes veinte minutos para llegar allí», y continúa gateando. Solo que la voz que oye no es la suya; es una voz incorpórea, una autoritaria Voz de Todos los Tiempos que resuena en su cabeza y lo empuja a seguir adelante. Cerca del final, poco antes de que sus compañeros alpinistas lo encuentren semiinconsciente cerca del campamento, yace despierto en la noche bajo un campo de estrellas, deshidratado, totalmente desorientado, convencido de estar allí desde hace siglos.

La quietud en un lugar como Toolik es fácil de confundir con la atemporalidad. Pero el tiempo siempre ha estado ahí, en las nubes que se desplazan con rapidez, en los pequeños movimientos del zooplancton, en la congelación y descongelación de la tundra durante eones. El cambio sobreviene más rápido en la actualidad y resulta inquietante. Las temperaturas medias se vienen elevando constantemente en Toolik y en todo el Ártico. Las tormentas, una rareza en la Ladera Norte hace treinta años, son hoy frecuentes. Los científicos sospechan que el retroceso del hielo marino en el océano Ártico está provocando un cambio en los patrones climáticos que está volviendo la región más seca y más propensa a los rayos. En 2007, el año más caluroso registrado en la estación hasta ese momento y el más seco que se recuerda,

cayeron rayos en la tundra a lo largo del río Anaktuvuk, a treinta kilómetros de Toolik; provocaron un incendio que ardió durante diez semanas y abrasó unas cien mil hectáreas, un área del tamaño aproximado de Cape Cod. Fue el mayor incendio en la tundra de la historia de Alaska y posiblemente de la historia mundial. El verano de mi visita, los investigadores de Toolik estaban atareados tratando de cartografiar el impacto. Al desaparecer la capa aislante de turba, penetraba más calor en el suelo; en varios lugares el permafrost subyacente se había derretido parcialmente, provocando el desplome de las laderas y el filtrado de tierra y nutrientes a los arroyos.

Una mañana seguí a Linda Deegan, una bióloga acuática de Woods Hole, mientras se adentraba en el río Kuparuk, que discurre a lo largo de la Ladera Norte, desde la cordillera de Brooks hasta la bahía de Prudhoe. Llevaba yendo a Toolik desde la década de 1980 para estudiar el timalo ártico, que emigra río abajo en primavera y vuelve a remontarlo a finales de verano; es el único pez del río y es fundamental para la dieta de algunas aves y de la trucha de lago más grande por el camino. Siguiéndoles el rastro durante la temporada y a lo largo de los años, Deegan ha tratado de calcular los posibles efectos del cambio climático en sus cifras y en la naturaleza de su migración (cuándo, con qué velocidad y hasta dónde), así como el impacto general de esos cambios.

Al igual que muchos animales migratorios, el timalo está genéticamente sintonizado con el sol. En la primavera del Ártico, cada nuevo día ve de ocho a diez minutos adicionales de luz solar. El sistema circadiano de los animales registra la prolongación del fotoperíodo, que desencadena una cascada de cambios fisiológicos que preparan al pez para su viaje río abajo para reproducirse. Deegan se pregunta por los insectos de los que depende el timalo para alimentarse durante su viaje; su ciclo vital no está adaptado a los cambios en la luz solar, sino en la temperatura del agua. Conforme ascienden las temperaturas anuales, los insectos pueden nacer un poco antes en la estación, quizás antes de que los tímalo, sujetos al intratable horario de la luz solar, puedan llegar a beneficiarse plenamente de ellos. Dos ciclos vitales, uno dirigido por la temperatura y el otro por la luz, corren el riesgo de desacoplarse. Deegan no lo ha cuantificado y el fenómeno no se ha estudiado con detalle en el Ártico. «Es solo mi impresión», me confesó.

Los científicos están documentando en otros lugares una brecha creciente entre el mundo de la temperatura y el mundo del tiempo. En respuesta al calentamiento primaveral, algunas aves migratorias están llegando al Ártico y empezando su época

de reproducción hasta dos semanas antes que en años pasados, dejando en una nueva desventaja a los rezagados, y la gama de otras aves se está desplazando hacia el norte, llegando al Ártico, donde compiten con las aves locales por los recursos. Algunas especies son adaptables; muchas de las plantas alrededor del estanque de Walden florecen ahora más temprano y con mayor abundancia que en la época de Henry David Thoreau. Pero los organismos cuyo comportamiento estacional está más fuertemente determinado por los ciclos circadianos son más vulnerables. El papamoscas pío pasa el invierno en África occidental y vuela en primavera a los bosques de Europa para procrear. Su calendario de viaje, conectado al fotoperíodo, varía poco. Pero las crías de las aves se alimentan de orugas que nacen más temprano en la primavera que hace veinte años; cuando el papamoscas llega a algunas regiones, queda poca comida para sus crías y sus poblaciones han llegado a descender en ellas en un noventa por ciento. Es como si el planeta en su conjunto hubiera empezado a experimentar una especie de *jet lag*. Algunas especies hacen la transición a un clima caluroso y quizás incluso prosperen en él; antes o después emigrarán o encontrarán otras cosas que comer. Otras especies no lo harán y ese será su final.

La intemporalidad, o algo próximo a ella, puede hallarse en una cueva profunda o en el extremo norte, en medio de la noche o bajo una luz solar interminable. Pero acceder a ella resulta incluso más fácil: basta con viajar en avión, cuanto más lejos mejor.

Comencemos con la física: estás a varios kilómetros en el aire moviéndote con rapidez y, sometido a la gravedad, esencialmente cayendo. Una de las consecuencias peculiares de la teoría de la relatividad especial de Einstein es que el tiempo se mueve más despacio a bordo de un objeto que se mueve con mucha rapidez, comparado con el tiempo de un observador inmóvil. Los experimentos lo han corroborado: se ha descubierto que los relojes atómicos instalados a bordo de los aviones a reacción hacen tictac más lentamente (en cuestión de unos nanosegundos a lo largo de varias horas) que un reloj estacionario en tierra. (En el propio avión, un segundo sigue durando exactamente un segundo y su duración es idéntica a la del segundo precedente; solo los observadores en un sistema de referencia móvil lo miden como más lento.) El efecto es pequeño pero real. En marzo de 2016, el astronauta Mike Kelly regresó a la Tierra después de pasar quinientos veinte días en órbita, dando vueltas alrededor del planeta a casi treinta mil kilómetros por hora. En ese tiempo, su hermano gemelo Mark, que permaneció en Tierra y que había nacido seis minutos antes, había envejecido cinco milisegundos más.

Luego están los husos horarios: veinticuatro en total, cada uno con una anchura de una hora y espaciados más o menos uniformemente entre los meridianos terrestres, cada quince grados. La hora cero es Greenwich, en Inglaterra, donde está ubicado el Observatorio Real. Dado que la Tierra es una esfera en rotación, el sol no puede iluminarla toda a la vez, por lo que las horas de luz solar no pueden ocurrir simultáneamente en todas partes; los husos horarios son los que hacen posible que «las doce del mediodía» signifique lo mismo (la mitad del día, cuando el sol está aproximadamente en su cénit) prácticamente en cualquier lugar del mundo, aun cuando esto suceda solo en un huso horario cada vez. Los husos horarios comenzaron a utilizarse de manera gradual en el siglo XIX, como una forma de ayudar a los ferrocarriles a coordinar los horarios de sus redes ferroviarias en expansión. En 1929,

la mayor parte del mundo se había sumado al sistema de los husos horarios por horas, aunque en la actualidad algunos países tienen husos horarios de media hora e incluso, en Nepal, de cuarenta y cinco minutos. En 1949, la geográficamente extensa China adoptó la estrategia opuesta y redujo sus cinco zonas horarias a una sola muy amplia.

Hoy en día, con los viajes en avión, cruzamos los husos horarios con regularidad. En las siete horas que lleva volar de París a Nueva York, podemos eliminar las seis horas de diferencia entre las ciudades. Los relojes son en última instancia locales; la hora depende del lugar en el que estés. Si estás en un avión moviéndote a mucha velocidad, contemplando debajo de ti la lona interminable del océano, tu dónde y tu cuándo están cambiando a cada instante. Mi reloj puede indicar todavía la hora de París, unas horas por detrás de mí, mientras que el mapa informativo en el reposacabezas de delante me indica la hora de Nueva York, para la que todavía faltan unas horas. Estoy en medio durante un período de tiempo indefinido, aparentemente eterno.

Hay una hora central en nuestro vuelo, en la cabina de mando, con el capitán supraquiasmático. El tiempo universalmente coordinado de los numerosos relojes atómicos mundiales, cribado y ponderado de acuerdo con los algoritmos consultivos del BIPM de París, se transmite vía satélite a los sistemas de orientación de los cargueros, los coches de alquiler y los aviones en movimiento. En la cabina principal, sin embargo, cada reloj funciona a su ritmo. Unos pasajeros dormitan, otros comen. Unos se preparan para la reunión que los espera por la tarde; otros se recuperan del esfuerzo de la madrugada para coger el avión. Y otros todavía están perdidos en el tiempo de la película de a bordo, lejano y con final feliz. Viajando hacia el oeste, bañados en la luz solar permanente, privados de indicaciones temporales significativas, seguimos nuestras propias horas descentralizadas.

Todavía no entendemos bien cómo difunde su tiempo por el cuerpo humano el núcleo supraquiasmático del cerebro. Pero el proceso lleva su tiempo, horas o incluso días. Si te ves sometido a un cambio súbito en tu régimen de luz y te ves obligado a adaptarte a un nuevo horario —el tipo de cosa que sucede cuando cruzas unos cuantos husos horarios, o incluso durante uno o dos días después del cambio al o del horario de verano—, tus relojes periféricos no recobran la sintonía todos a la vez ni a la misma velocidad. Tu cuerpo cesa de ser una confederación sincronizada de relojes y se convierte en cambio, de manera temporal, en una conflagración de estados temporalmente autónomos. Tal es la esencia del *jet lag*. Cuando mi núcleo

supraquiasmático aterriza en Nueva York, mi hígado puede estar todavía en la hora de Nueva Escocia y mi páncreas puede estar sobrevolando Islandia. Durante unos días, mi aparato digestivo estará desfasado, mientras que mi cerebro me dirige a ingerir alimentos a horas en las que mis órganos no están plenamente alineados para metabolizarlos. (El cuerpo se recupera a una velocidad aproximada de un huso horario por día.) El resultado es la gastroenteritis, una queja habitual de los viajeros de largas distancias y los pilotos de las compañías aéreas. El *jet lag* no está en tu cabeza; es una dolencia de todo tu cuerpo desincronizado.

La literatura científica describe a veces los relojes periféricos de tu cuerpo como relojes «esclavos», sometidos al núcleo supraquiasmático. Pero pueden actuar de forma autónoma y, en las circunstancias adecuadas, son capaces de sincronizar sus ritmos circadianos no con el reloj maestro y el ciclo natural de luz solar, sino con las órdenes recibidas de otros lugares. Resulta que la comida envía un mensaje especialmente fuerte a ciertos componentes del reloj corporal. Varios estudios de la última década han demostrado que la regularidad en el horario de comidas puede modificar la fase del reloj circadiano del hígado, haciéndolo ignorar el horario basado en la luz transmitido desde el cerebro y quizás incluso enviar un mensaje propio corriente arriba. La hora de comer, no la hora solar, viene a definir el día del hígado. «Si alimentas a un ratón de laboratorio en medio de su ciclo de sueño, pronto aprenderá a despertarse un poco antes —me explicó Chris Colwell, un destacado investigador circadiano de la UCLA (Universidad de California en Los Ángeles)—. Yo les digo a mis estudiantes que si el repartidor de *pizza* empieza a llevársela a casa todos los días a las cuatro de la madrugada, les aseguro que empezarán a despertarse a las tres y media.»

Así pues, una forma de minimizar el *jet lag*, especialmente después de un vuelo largo, consiste en evitar tomar las comidas de la aerolínea cuando las reparten los auxiliares de vuelo. Su protocolo requiere que te suministren alimentos cada par de horas, normalmente siguiendo un horario definido por el reloj de la ciudad de partida. En tránsito, a falta de las indicaciones habituales de luz, el hígado conducirá el reloj circadiano, conectándote cada vez más con la zona horaria que estás tratando de dejar atrás. Es preferible que pongas inmediatamente tu reloj en la zona horaria de tu destino y programes tus comidas como si ya hubieras llegado. «Lo que solemos aconsejarles a las personas que están viajando —dice Colwell— es que se expongan lo antes posible a la luz y a las horas de las comidas, así como a las interacciones

sociales.» Asimismo aboga por desayunar. «Si los humanos funcionan en algún sentido como los ratones de laboratorio —me explica—, el desayuno es importante para mantener esas señales, con el fin de no volverse loco cuando no están presentes dichas señales luminosas.»

Las investigaciones de Colwell sugieren que el ejercicio regular también puede ayudar a dirigir el sistema circadiano. En su laboratorio descubrió que el núcleo supraquiasmático genera señales más intensas en los ratones a los que se permite hacer ejercicio en una rueda que en los ratones menos activos; el efecto era mayor en los ratones a los que se permitía correr solo al empezar su día. Los principales beneficiarios eran los ratones que carecían de un reloj de proteínas concreto; cuando hacían ejercicio avanzado su día, el núcleo supraquiasmático mostraba una mejora en su capacidad de enviar sus señales organizativas al corazón, al hígado y a otros órganos. Cuanto más corrían, mejor funcionaban sus relojes. Es demasiado pronto para saber si el ejercicio programado podría ayudar a los humanos en la misma medida. Pero la idea es seductora, dice Colwell, porque la calidad de nuestro reloj maestro disminuye con la edad. «Apenas estoy en la cincuentena y estoy teniendo problemas para dormir toda la noche —me confiesa—. Y me canso más durante el día.» Incluso los cronometradores envejecen.

Al menos el *jet lag* es temporal. Pero los humanos están encontrando otras formas más duraderas de desafiar la división habitual de la luz del día y la oscuridad, y los efectos son preocupantes. Millones de estadounidenses trabajan por turnos: conducen por la noche, trabajan el último turno en el centro de transporte marítimo o llevan un horario de locos en el hospital. Muchos sufren lo que los biólogos circadianos denominan *jet lag* social, con consecuencias que exceden la mera inconveniencia o la incomodidad. Una de las funciones esenciales del reloj circadiano consiste en supervisar el metabolismo corporal: garantizar que comamos cuando tengamos hambre y que nuestras células reciban los nutrientes que necesiten en el momento apropiado. Pero muchos investigadores están descubriendo que las personas que trabajan habitualmente fuera del horario normal tienen más probabilidades de ser obesas o diabéticas o de sufrir enfermedades cardíacas. Las evidencias crecientes sugieren que existe un vínculo estrecho entre la desalineación circadiana (un ciclo de sueño y vigilia no sintonizado con nuestro reloj circadiano) y el desorden metabólico, una serie de trastornos, incluida la diabetes, que resultan cuando el sistema corporal

para la digestión de alimentos pierde la sintonía con el proceso de producción y almacenamiento de energía.

Se invierten millones de dólares en el estudio de lo que deberíamos comer, pero *cuándo* comer puede ser igual de importante. Los ratones que comen cuando deberían estar durmiendo (es decir, en el momento inadecuado de su ciclo circadiano) ganan más peso que los ratones que comen a horas normales, según ha revelado un estudio reciente. Aunque la mayoría de los estudios sobre la desalineación circadiana se han centrado en roedores y en primates no humanos, los investigadores médicos están desplazando progresivamente la atención hacia los sujetos humanos. En un estudio de Harvard, se entrenó a diez humanos voluntarios para vivir días de veintiocho horas. El cuarto día, sus horarios se habían invertido: estaban despiertos y comían a mitad de la noche. Cuatro días más tarde su horario había recobrado la normalidad. En los diez días de duración del estudio, la tensión arterial de los sujetos se había disparado, sus niveles de azúcar en sangre estaban por encima de lo normal y tres voluntarios fueron clasificados como prediabéticos. La causa confirmada no era la falta de sueño; antes bien, era el hecho de que los sujetos estaban comiendo sistemáticamente a horas del día en que sus órganos y las células adiposas no estaban preparados para metabolizar los alimentos. «Incluso a los pocos días mostraban cambios asombrosos en el metabolismo de la glucosa —comentaba uno de los autores del estudio—. La rápida aparición en solo unos días muestra que tales cambios pueden afectar incluso temporalmente a los millones de personas que experimentan *jet lag* cada año.»

La epidemia de obesidad actual tiene múltiples causas, entre las que figuran nuestro estilo de vida sedentario y nuestra dieta, que dista de ser ejemplar. Pero las investigaciones circadianas sugieren otro culpable menos visible: estamos tratando de colonizar progresivamente la parte equivocada del día. «Tenemos un magnífico sistema endógeno de regulación temporal que funciona basado en las viejas reglas —me comenta Colwell—. Resulta disparatado pensar que podamos ignorarlo solo porque hayamos inventado la luz eléctrica.»

Más pronto o más tarde, si los científicos están en lo cierto, los humanos llegaremos a Marte. Será toda una empresa. El planeta se encuentra a cincuenta y ocho millones de kilómetros de distancia y simplemente llegar hasta allí, usando la tecnología de propulsión actual, llevará seis meses. Serán seis meses en una lata con tus compañeros y con iluminación artificial. No habrá ventanas, con el fin de minimizar tu exposición a la radiación cósmica durante un viaje tan largo más allá del escudo magnético protector de la Tierra. (No es que fueses a ver algo ahí afuera de todos modos, excepto nebulosa y estrellas.) Los investigadores ya están pensando cómo hacer tolerable para los pasajeros semejante viaje: qué alimentos son más saludables y más sabrosos, qué actividades evitarán mejor el aburrimiento, qué hacer en el caso de una urgencia médica. A pesar de todo, llegaremos allí. Saldrás de la lata y entrarás en el resplandor del sol estival marciano para meterte enseguida en la morada que se haya construido: otro contenedor sin ventanas con sus luces artificiales atenuadas para conservar energía.

Nuestro primer día en Marte será el más largo que la humanidad haya conocido jamás. Ese planeta no rota sobre su eje con tanta rapidez como la Tierra, de suerte que cada día en Marte dura 24,65 horas terrestres, es decir, treinta y nueve minutos más que un día en la Tierra. Puede no parecer gran cosa, pero son treinta y nueve minutos más de los que el sistema circadiano humano fue seleccionado por la naturaleza para adaptarse, y los nuevos marcianos no tardarían en sentir los efectos adversos. «Sería como viajar dos husos horarios cada tres días», me explica Laura Barger, una fisióloga de la Facultad de Medicina de Harvard y el Brigham and Women's Hospital de Boston. Junto con Charles Czeisler, director de las divisiones de medicina del sueño de Harvard y del Brigham and Women's Hospital, y otros colegas, Barger ha estudiado los ritmos circadianos de los astronautas en órbita, así como de los controladores de misión que deben mantener contacto con ellos a todas horas. En un estudio, pidieron a los voluntarios que intentasen adaptarse al día de 24,65 horas. «Sus ritmos circadianos no son capaces de ajustarse —explica Barger—. Tienen problemas para dormir y todos deambulan con una exangüe palidez.»

En 2007, Czeisler llevó a cabo un experimento para ver si usando luces artificiales de determinadas longitudes de onda y a determinadas horas del día, eran capaces de forzar el reloj circadiano para pasar a un ciclo de veinticinco horas, que resultaría más apropiado para la vida en Marte. Una docena de voluntarios pasaron sesenta y cinco días en habitaciones tenuemente iluminadas, sin relojes ni ventanas ni otros indicios temporales. Durante los tres primeros días vivieron un día de veinticuatro horas; luego los científicos agregaron una hora más de luz, añadiendo efectivamente una hora de vigilia al día de cada participante. Para ayudarlos a adaptarse, los investigadores encendían las luces hacia el final de cada día extralargo, con una luminosidad aproximadamente equivalente a la puesta de sol o el amanecer, que dispensaban en dos dosis de cuarenta y cinco minutos, con una hora de separación. Transcurridos treinta días, los voluntarios habían adoptado y se habían adaptado con éxito al día de veinticinco horas.

La ciencia ha demostrado que puede hacerse, que el sistema solar, y el control que ejerce sobre la biología humana, puede conquistarse de forma temporal, al menos un poquito. ¿Qué hará la humanidad del mañana con su hora extra? Probablemente trabajar. En su artículo, los investigadores observan que las actividades productivas podían incluir «el cuidado de los cultivos en un módulo de invernadero brillantemente iluminado». Después tomaremos una copa, disfrutaremos la vista sin ventanas y haremos clic en nuestras viejas fotos de la Tierra.

El 30 de noviembre de 1999, treinta y siete años después de su descenso a la cueva de Scarasson, Michel Siffre comienza su tercer y quizás último experimento de aislamiento temporal. A sus sesenta años, se propone estudiar cómo puede haber afectado su envejecimiento a sus ritmos circadianos. Escoge de nuevo una cueva natural: la Grotte de Clamouse, una red de piedra caliza en la región meridional francesa de Languedoc. Se vuelve a construir una amplia plataforma de madera en una caverna especialmente grande sobre la que se levanta otra cubierta de nailon. A la entrada de la cueva, investigadores, simpatizantes y medios de comunicación vitorean mientras Siffre, que lleva un casco y una lámpara de minero, se quita el reloj y, después de girarse por última vez y decir adiós con la mano, se sume en la oscuridad.

Su alojamiento está bañado en la luz de lámparas halógenas. En las secuencias de vídeo grabadas por él mismo, vemos a Siffre en una mesa de trabajo de madera, comiendo salmón de una lata y registrando sus horas de comidas en un ordenador.

Sus entradas, sus actividades y su bienestar se monitorizan desde una sala de investigación fuera de la cueva. Siffre lleva botas de goma verdes y un chaleco polar rojo, incluso cuando hace ejercicio en una máquina para subir escaleras. Guarda su orina en viales de cristal. Duerme en un saco de dormir atado a una tumbona; cuando quiere, puede reclinarsse cómodamente y leer libros de una estantería cercana abarrotada. Nunca habla consigo mismo, pero a veces canta.

El lunes 14 de febrero de 2000, Siffre emerge de su vientre geológico. Vítores, ovaciones, *flashes* de las cámaras. Una vez más ha demostrado que, aislado de la luz del día, el reloj biológico humano andará desacompañado a un ritmo más lento que la rotación terrestre. Setenta y seis días han transcurrido desde que se escondiera bajo tierra, pero él cree que solo han pasado sesenta y siete, y que hoy es 5 de febrero. En las primeras horas del 1 de enero, mientras el resto del mundo daba la bienvenida a un nuevo milenio (y suspiraba aliviado porque sus ordenadores no se habían detenido abruptamente), Siffre no hizo nada; según sus cálculos, la fecha era el 27 de diciembre. Su Año Nuevo cayó el 4 de enero del resto del mundo.

Años más tarde, Siffre le cuenta a un entrevistador que estar aislado bajo tierra durante tanto tiempo supone habitar un presente aparentemente eterno: «Es como un largo día. Las únicas cosas que cambian son cuando te despiertas y cuando te acuestas. Aparte de eso, está completamente negro». Al salir de Clamouse, le confiesa a un reportero: «Tengo la impresión de que mi memoria ha quedado dañada. Soy incapaz de recordar incluso lo que hice allí abajo ayer o anteayer».

Sale a la luz del sol. Se siente aliviado de estar aquí, al aire libre, en un ahora que comienza y termina. Dice: «Es fantástico volver a ver el cielo azul».

El presente

En la intoxicación por hachís se produce un curioso aumento en la perspectiva temporal aparente. Pronunciamos una oración y, antes de llegar al final, el principio parece datar ya de un tiempo indefinidamente remoto. Entramos en una calle corta y es como si nunca fuéramos a llegar a su final.

WILLIAM JAMES,
The Principles of Psychology
(*Principios de psicología*)

¿Cuánto dura el ahora?

Mientras escribo, estoy sentado en el vagón cafetería de un tren, de regreso a casa tras visitar a un amigo en otra ciudad. Ocupo la mesa del extremo delantero del vagón y estoy sentado de espaldas, mirando hacia la parte trasera del tren. Todo el vagón se abre ante mí como un escenario: en una mesa cercana, dos estudiantes universitarios toman café y hablan de sus libros de texto; en otra mesa, el revisor charla con el encargado de la cafetería, que está en su descanso; al fondo, varios pasajeros se apiñan alrededor del ordenador portátil de un joven viendo los últimos y tensos minutos de un partido de fútbol americano. Mi vista se desplaza al largo panel de ventanillas que recorre la longitud del vagón; en la oscuridad creciente, todavía puedo divisar las siluetas de las casas y farolas ocasionales a nuestro paso. Aparecen abruptamente en el borde de la ventanilla justo a mi derecha, recorren veloces la longitud del vagón y luego desaparecen de la vista y de la mente, seguidas por más farolas y siluetas en un flujo continuo y oscuro. Considero la idea de que cada luz y casa que pasa está empezando a existir en este preciso instante, desde algún punto justo por detrás de mi hombro derecho. Parecen emanar de mí mientras me precipito hacia atrás como un rayo hacia el futuro, contemplando fijamente el presente y adentrándome en el recuerdo.

Tumbado en la cama en casa, en las oscuras horas previas al amanecer, tengo la experiencia opuesta. El reloj de mi mesilla hace tictac y, uno tras otro, los sonidos de los segundos cobran forma ante mí en la oscuridad como los marcadores de millas de la carretera por la noche. Se aproximan, pasan por mí para disiparse en algún lugar por detrás de mi almohada y dejarme preguntándome de dónde vienen y cómo cede el paso exactamente cada uno al siguiente. «Si pudieras elegir una hora de insomnio en toda la noche, sería esta —escribió Nathaniel Hawthorne—. Has hallado un espacio intermedio en el que no se inmiscuye el negocio de la vida, en el que el momento pasajero perdura y se convierte en el auténtico presente.» No puedo decir adónde

conduce el camino, pero en esta hora, y solamente en ella, me siento como si tuviera todo el tiempo del mundo para considerarlo.

Las grandes mentes del mundo llevan más de dos mil años discutiendo sobre la auténtica esencia del tiempo. ¿Es finito o infinito? ¿Es continuo o discreto? ¿Fluye como un río o es granular, procediendo en pequeños fragmentos como la arena que se filtra a través de un reloj? Y, más inmediatamente, ¿qué es el presente? ¿Es el *ahora* un instante indivisible, una línea de puro vapor entre el pasado y el futuro? ¿O es un instante que puede ser medido y, en tal caso, cuánto dura? ¿Y qué yace entre los instantes? ¿Cómo deja paso cada uno al siguiente? ¿Cómo se convierte el *ahora* en *después* o en *más tarde* o simplemente en *no ahora*? «El instante, esta extraña naturaleza, es algo inserto entre el movimiento y el reposo, y no es tiempo en absoluto —observaba Platón en el siglo IV a. C.—. Pero dentro de él y desde él, lo que es movido cambia para estar en reposo y lo que se encuentra en reposo pasa a ser movido.»

Un siglo antes de Platón, Zenón de Elea planteó estas preguntas en un conjunto formidable de paradojas. Consideremos una flecha en pleno vuelo. En cualquier instante de su camino, la flecha se encuentra en algún punto fijo; luego está en otro punto fijo. ¿Cómo —cuándo, en qué lapso de tiempo— se mueve de uno al siguiente? Para Zenón, un instante de tiempo es irreductiblemente breve. La flecha no puede moverse en ese instante; si pudiera, si cubriera alguna distancia mínima, entonces el instante tendría alguna duración, un comienzo y un final. Y si un instante tiene duración, entonces es divisible: en medio instante la flecha recorrería la mitad de la distancia, y así sucesivamente hasta la indivisibilidad. Compadezcámonos del veloz Aquiles, incapaz de llegar jamás a la línea de meta. A Aristóteles, un discípulo de Platón, lo atormentaba esta paradoja. «El movimiento es imposible —escribió, resumiendo la lógica de Zenón—, porque un objeto en movimiento ha de alcanzar el punto medio antes de llegar al final.» Si el movimiento es imposible, también es imposible el tiempo; no puede volar, ya que nunca deja el suelo.

Aristóteles trató de resolver este enigma con una tosca semántica, sosteniendo que el tiempo y el movimiento son sinónimos. El tiempo no es un firmamento en el que se desarrollan los acontecimientos; el movimiento —el arco descrito por el sol, el vuelo de la flecha— es el tiempo. También aducía que el instante tiene una duración real y medible en la que se despliega el movimiento: «El tiempo no está compuesto de

“ahoras” indivisibles en mayor medida que cualquier otra magnitud». Pero nos adentramos así en un terreno escabroso: ¿es el *ahora* algo más que la simple división entre el pasado y el futuro? ¿Es el ahora siempre el mismo o es cambiante? Y si cambia, ¿cuándo ocurre ese cambio? Sin duda, no *en* el ahora, observaba Aristóteles, pues «no podría haber perecido en su propio instante, pues entonces era».

Estas consideraciones infinitesimales conducen a cavernas existenciales. Si somos incapaces de explicar cómo avanza el tiempo de un momento a otro, ¿cómo podemos explicar el cambio, la novedad, la creación? ¿Cómo surge algo de la nada? ¿Cómo empieza algo, la Creación, el tiempo mismo? El propio yo queda en tela de juicio: ¿cómo puedo ser yo el mismo individuo que era hace un momento, o la semana pasada, o el año anterior, o cuando era un niño? ¿Cómo puedo cambiar pero seguir siendo continuamente yo? En una comedia griega anterior a Zenón, un hombre se acerca a otro para recuperar el dinero que este le debe. El deudor dice, en efecto: «Pero ¡no me lo prestaste a mí! Yo ya no soy la misma persona que era entonces, al igual que un montón de piedras en el que hemos añadido y quitado algunos guijarros ya no es el mismo montón de piedras». Entonces el primer hombre le golpea en la cara al segundo. «¿Por qué has hecho eso?», le pregunta el segundo hombre, a lo que el primero responde: «¿Quién, yo?».

Si de algo les gusta hablar a los expertos en el tiempo, casi tanto como del propio tiempo, es de cómo hablamos. El tiempo está codificado en el lenguaje que hablamos como tiempo verbal: el pasado, el presente, el futuro y sus diversas subcategorías. Esto lo aprendemos en etapas tempranas de manera instintiva; a los dos años, los niños han dominado básicamente el uso apropiado del tiempo pasado, aunque pueden no distinguir de forma consistente el «mañana» del «ayer» y el «antes» del «después». El pirahã, el idioma hablado por el pueblo pirahã de Brasil (y por un puñado de lingüistas), contiene escasas referencias temporales. Los filósofos modernos, por su parte, se dividen entre «verbalizantes» (*tensers*) y «desverbalizantes» (*detensers*): los que afirman que «pasado» y «futuro» son cualidades reales frente a quienes discrepan de ello.

Para Agustín era más sencillo todavía. Más pronto o más tarde casi cualquier científico que escribe sobre la biología y la percepción del tiempo cita a Agustín, porque Agustín fue realmente el primero en hablar del tiempo como una experiencia interior: en preguntarse qué es el tiempo explorando lo que se siente al habitarlo. El

tiempo puede parecer escurridizo e irritantemente abstracto, pero también es profundamente íntimo. Agustín propuso que el tiempo está en todas nuestras acciones, en todas las palabras; solo necesitamos detenernos a escucharnos a nosotros mismos hablar para captar la urgencia del mensaje. De hecho, la esencia del tiempo, toda su textura y paradoja, puede deducirse de una sola línea discursiva como

Deus, creator omnium

Dios, creador de todas las cosas. Dilo en voz alta o escúchalo en tu interior: en latín, ocho sílabas con alternancia de breves y largas. «Cada una de estas últimas dura el doble que las primeras —escribe Agustín—. Solo tengo que pronunciar la línea para comunicar que es así.» Ahora bien, ¿cómo logramos hacer esta medición? La línea es una serie de sílabas que la mente encuentra en sucesión, una tras otra. ¿Cómo puede ser capaz el oyente de considerar dos sílabas a la vez para comparar sus duraciones respectivas? «¿Cómo puedo conservar la corta y cómo puedo aplicarla a la larga como una vara de medir, cuando la larga no empieza a sonar hasta que la corta ha cesado?» ¿Y cómo puedo conservar en la mente la sílaba larga? Su duración no puede definirse hasta completarse, pero para entonces ambas sílabas ya han pasado con creces. «Ambas han emitido su sonido, han volado, han pasado y ya no existen —explica Agustín—. Por tanto, ¿qué ahora existe para ser medido por mí?»

En resumen, ¿qué es el presente y dónde estamos nosotros con respecto a él? No el presente como este siglo, este año o incluso hoy, sino el presente justo ahora ante mí, disolviéndose sin cesar. Si alguna vez has yacido despierto de noche con la mente ocupada, si has escuchado atentamente el murmullo de un arroyo o simplemente has tratado de seguir tus pensamientos cuando entran y salen de tu conciencia (ese riachuelo que William James llamaba «flujo de conciencia»), sabrás a qué se refiere Agustín. Siguiendo a Aristóteles, Agustín afirmaba que el presente lo es todo. El futuro y el pasado no existen: el amanecer de mañana «carece de ser hasta ahora»; su infancia ya no es. Solo queda el presente: una duración efímera, sin extensión, cuya «única aspiración a ser llamado “tiempo” radica en el hecho de que se está desvaneciendo en el pasado». No obstante, es evidente que medimos el tiempo. Podemos atestiguar que el sonido de una sílaba dura el doble que otra; podemos juzgar la duración del discurso de una persona. ¿Cuándo medimos este tiempo? Sin duda no en el pasado ni en el futuro; no podemos medir aquello que no existe. «Solo podemos aspirar a medirlo conforme transcurre», esto es, en el presente. Pero ¿cómo

es eso posible? ¿Cómo podemos medir la duración de algo, como un sonido o un silencio, antes de que concluya?

A partir de esta paradoja, Agustín llegó a una idea tan fundamental que la ciencia moderna de la percepción del tiempo la da por sentada: el tiempo es una propiedad de la mente. Cuando te preguntas si una sílaba que pasa dura más o menos que otra, no estás midiendo las sílabas mismas (que ya no existen), sino algo en tu memoria, «algo fijado y permanente en ella», observa Agustín. Las sílabas han pasado, pero dejan una impresión que persiste, que todavía está presente. De hecho, él sostiene que lo que consideramos tres tiempos son solamente uno. Pasado, presente y futuro no existen *per se*; todos ellos están presentes en la mente, en nuestro recuerdo actual de los sucesos pasados, en nuestra atención actual al presente y en nuestra expectativa actual de lo que ha de venir. «Existen tres tiempos: el presente de las cosas pasadas, el presente de las cosas presentes y el presente de las cosas futuras.»

Agustín arrancó el tiempo del reino de la física y lo situó de lleno en lo que hoy llamamos psicología. «En ti, mi mente, mido el tiempo», escribió. Nuestra experiencia del tiempo no es la sombra en una cueva de algo verdadero y absoluto; el tiempo es nuestra percepción. Las palabras, los sonidos y los acontecimientos vienen y van, pero su paso deja una impresión en la mente; el tiempo está ahí y en ninguna otra parte: «O bien el tiempo es esta impresión, o bien lo que mido no es el tiempo». Los científicos actuales exploran esta idea en los laboratorios con modelos informáticos, roedores, estudiantes universitarios voluntarios y máquinas de resonancia magnética que valen millones de dólares. Agustín comenzó donde todos lo hacemos, con un acto de habla y la disposición a escuchar.

«Agustín no está tratando de elaborar una filosofía o una teología del tiempo —me explica un día mientras almorzamos mi amigo Tom—. Está tratando de ofrecer una interpretación psicológica: ¿qué se siente al estar en el tiempo?»

Tom es un amigo del barrio; nuestros hijos tienen aproximadamente la misma edad y a veces juegan juntos e intentan mandonearse mutuamente. De día, Tom es teólogo en una importante universidad; de noche, toca el contrabajo en bandas ruidosas y escribe en blogs sobre música, cultura popular y espiritualidad. Yo no estoy seguro de saber qué es la espiritualidad, pero Tom logra que parezca al mismo tiempo intelectualmente fascinante y genial. Estamos en un restaurante de nuestra pequeña

ciudad y somos los únicos comensales. Es el viernes anterior al Día de los Caídos y el tiempo afuera es perfecto, la primavera en toda su plenitud.

Tom enseña a Agustín como parte de su curso de introducción a la teología, y sus alumnos, dice, se identifican con la íntima perspectiva agustiniana. «Aprendemos a ver el tiempo como algo exterior a nosotros, el tiempo es lo que hace tictac, lo que vemos destellar —dice Tom—. Pero está en nuestra cabeza, en nuestra alma, en nuestro espíritu, en nuestro presente.» El tiempo no es meramente observado; es ocupado, habitado. O quizás nos ocupe él a nosotros; en un momento dado, Agustín compara el tiempo con un volumen cuyo recipiente somos nosotros. Por consiguiente, el tiempo no es algo que quepa discutir en abstracto; en lugar de ello, mira en tu interior, escucha lo que dices, sílaba tras sílaba, palabra tras palabra. Llega a conocer el contenedor a través de su contenido.

Se trata de un estilo argumentativo sutil, que filósofos posteriores como Heidegger adoptarán como fenomenología: el estudio de la experiencia consciente desde el punto de vista subjetivo. «Podemos decir esto sobre nosotros mismos porque así es como lo experimentamos», dice Tom. Es un recurso retórico con una agenda, añade: «Pretende atraerte y modificar tu percepción, tu forma de plantarte en el mundo». Hoy en día, la gente participa en seminarios de fin de semana en busca de nuevas formas de gestionar, experimentar y relacionarse con el tiempo. Agustín invitaba a prestar atención a las palabras mismas.

La agenda agustiniana consiste en obrar un cambio psicológico en el lector, en instarte a transformar tu yo y tu alma, lo cual solo puedes hacer implicándote plenamente en el presente. «Solo experimentas lo bello en lo particular, en lo pasajero, en lo oportuno, en relación con lo que desaparecerá —dice Tom—. La cuestión es cómo convertir esa experiencia en un ejercicio espiritual, cómo hacer lo correcto a tiempo.» Estamos acostumbrados a concebir el tiempo como una cantidad para gastar o una herramienta para manejar en aras de la superación personal. Para Agustín, el tiempo es algo sobre y en lo que reflexionar, el imperativo espiritual no dicta hacer el mejor uso del tiempo, sino habitarlo mejor, vivir dentro de la sílaba. «Muchas de las cosas que me cuentan mis alumnos son las que les cuentan sus padres —dice Tom—. Sienten que han de aprovechar al máximo el tiempo del que disponen. Es una cuestión de duraciones, de parcelas potenciales de productividad. Una forma de experimentar el tiempo es como los peldaños de la escalera. Un modo diferente consiste en pensar que el tiempo es lo que estás subiendo.»

El restaurante cierra a las tres; somos los últimos clientes y el personal se abre paso a codazos con impaciencia. Tom irá a casa para ocuparse de sus hijos por la tarde. Estamos absorbiendo juntos una lección temprana de paternidad: los niños son unos pésimos administradores del tiempo; si algo no sucede ahora mismo, según su reloj, se produce una debacle. Yo estoy aprendiendo que parte de mi tarea consiste en introducir el vocabulario del *después* y del *espera*. De hecho, se está tornando evidente que la crianza se reduce en buena medida a la educación temporal: enseñar a nuestros hijos a decir, mantener, respetar, cultivar, organizar y administrar el tiempo, pero también ignorar de vez en cuando todos esos mandatos.

La primavera se desliza hacia el verano y Leo, que ahora tiene cuatro años, lleva varias semanas despertándose cada vez más temprano. Tal vez se despierte por la luz; hacia las cinco y media, la palidez del alba ilumina las persianas y los petirrojos han estallado a coro. Aunque lo más probable es que su vejiga explote como un mecanismo de relojería. Lo oigo arrastrar los pies por el pasillo hasta el cuarto de baño, para luego volver a su habitación. No se queda allí. Mientras su hermano duerme en una cama a solo unos centímetros de él, con peluches en la cara para esconderse de la luz, Leo, con los ojos brillantes, entra de puntillas en nuestra habitación y merodea por nuestra cama. «Quiero bajar a jugar», susurra. Lo que quiere decir es: «Tú también vienes».

Nunca he sido madrugador y especialmente en invierno no podía pensar siquiera en bajar todavía a oscuras a un frío cuarto de juegos. Probamos con la tecnología. Los niños no sabían aún la hora, así que compramos un reloj que parece un semáforo; lo programamos para una hora determinada, las siete menos cuarto, pongamos por caso, y a esa hora la luz pasa del rojo al verde: la señal de que el niño ya puede levantarse, armar alboroto y empezar el día. Tom decía que había funcionado con su hija. Pero ella no tenía la naturaleza de Leo ni un hermano como Leo. El artefacto tuvo exactamente el efecto opuesto al deseado. Leo se levantaba temprano, como de costumbre, volvía a su cama, luego yacía despierto, paralizado por la luz roja y su creciente impaciencia con ella. Varias veces en la hora siguiente entraba sigilosamente en nuestra habitación para anunciar en un susurro: «Todavía no está verde». O se acostaba y suspiraba tan ruidosamente que despertaba a Joshua, y pronto ambos empezaban a charlar y a reírse del misterio de la intransigencia de la luz roja. Para cuando llegaban las siete menos cuarto y la luz se tornaba verde, un

acontecimiento que saludaban con una ovación, su liberación oficial suponía un alivio para todos.

Así pues, yo dejaba que Leo bajase solo, o a veces lo acompañaba Susan y yo aplastaba las almohadas contra mi cara y volvía a dormirme. Pero cada vez me descubría con más frecuencia saltando de la cama el primero y bajando la escalera. Los niños terminarán pronto su etapa preescolar; en septiembre empezarán en infantil en un colegio público y sus vidas empezarán a florecer enérgicamente alejándose de nosotros. Es un proceso gradual, por supuesto, apenas perceptible. Sin embargo, últimamente es difícil no sentirse como si estuviéramos al borde de una transformación y los días han cobrado una cualidad cristalina, como si ya hubiéramos empezado a contemplarlos desde la memoria. Los niños también lo perciben, aunque solo sea por nosotros. Media hora tranquila con uno de ellos solamente —previa petición, por increíble que parezca— es un regalo. De modo que Leo y yo nos sentamos en el suelo de madera, con la puerta trasera abierta al sonido de los petirrojos, y jugamos otra partida de bingo, de damas o de la Ratonera, hasta que Joshua viene arrastrándose, arisco y con el pelo alborotado, como yo sin café, y dicta sus propias directrices. Estos días, estas horas, se me antojan ahora dulces y escasas, para que las duerman únicamente los jóvenes.

William James no puede dormir.

Corre el año 1876 y el joven James, recién nombrado profesor ayudante en Harvard de la incipiente ciencia de la psicología, yace despierto pensando en su futura esposa, Alice Gibbens, de quien está locamente enamorado. «Siete semanas de insomnio pesan más que muchos escrúpulos», le dice cuando vierte al fin su deseo en una carta. Una década después, piensa con preocupación en la oscuridad en *The Principles of Psychology* (*Principios de psicología*), el libro de mil doscientas páginas en dos volúmenes a cuya redacción dedica varios años y que se convertirá en un clásico casi en el momento de su publicación en 1890. (Según la biografía de James escrita por Robert Richardson, *In the Maelstrom of American Modernism* [En la vorágine del modernismo estadounidense], el insomnio de James se agravaba cuando su escritura iba bien; a finales de la década de 1880 recurría con frecuencia al cloroformo para dormirse.) Quizás, dando vueltas en la cama, James se pregunta acerca de la eficacia de la «cura mental» que le administra Annetta Dresser, una seguidora de lo que ella llama Sistema Quimby del Tratamiento Mental de Enfermedades, en honor a su creador, el difunto Phineas Quimby, un relojero que creía que las dolencias físicas se originaban en la mente y podían aliviarse mediante una combinación de hipnotismo, conversación y pensamiento correcto. «Me siento junto a ella y en breve me quedo dormido mientras ella desenreda mi mente enmarañada», le cuenta James a su hermana. Tal vez, despierto en la oscuridad, James desearía haber seguido el consejo de su médico de probar una almohada más grande.

O quizás yace ahí absorbiendo el presente. «Cualquiera debería probar, no diré a detener, sino a advertir o prestar atención al momento presente del tiempo. Experimentará algo sumamente desconcertante. ¿Dónde está este presente? Se derrite en nuestras manos, se esfuma antes de que podamos tocarlo, desaparece en el instante de llegar a ser.» Sus *Principios de psicología* abordan un amplio repertorio de temas, entre los que se incluyen la memoria, la atención, las emociones, el instinto, la imaginación, el hábito, la conciencia del yo y la «teoría del autómatas», la persistente idea, que James desaprobaba, de que dentro de nuestra maquinaria neuronal reside

alguna clase de ho- munculo u hombrecillo «que ofrece un homólogo viviente de todo matiz, por sutil que sea, de la historia de la mente de su dueño», escribe.

Entre los capítulos más influyentes figura uno sobre la percepción del tiempo; se trata de una diestra síntesis de las investigaciones recientes de otros investigadores, así como de las ideas del propio James sobre el tema. En Europa, el interés científico se estaba desplazando de la fisiología pura (el estudio de la mecánica corporal) a la señalización neurológica subyacente, y de la filosofía estricta a un estudio más riguroso de la mente y la cognición. En 1879 se abrió en la ciudad alemana de Leipzig el primer laboratorio de psicología experimental, bajo la dirección de Wilhelm Wundt, quien pretendía cuantificar la sensación y la experiencia interna. «La descripción exacta de la conciencia es el único objetivo de la psicología experimental», escribió Wundt. La percepción del tiempo era esencial para ese estudio. James no creía en la conciencia *per se*, con lo cual quería decir que no debería abordarse como una «sustancia mental» extramolecular. No obstante, creía que, con independencia de lo que fuera exactamente la conciencia, cabía hacerse una idea adecuada de ella examinando nuestra percepción del tiempo. James describía a menudo el tiempo mediante la experiencia en primera persona, pues la consideraba el mejor enclave desde el que abordar el asunto con precisión.

Siéntate en silencio, proponía. Cierra los ojos, desconecta el mundo e intenta «prestar atención exclusivamente al paso del tiempo, como aquel que despierta, como dice el poeta, “a escuchar el fluir del tiempo en medio de la noche y todas las cosas deslizándose hacia un día del juicio”». (James estaba citando a Tennyson.)* ¿Qué encontramos allí? Probablemente muy poco: una mente vacía, una uniformidad del pensamiento. Si algo advertimos, dice, es una sensación de los momentos que florecen uno tras otro, «la pura serie de duraciones que germinan, por así decirlo, y crecen bajo nuestra mirada introspectiva». ¿Estamos experimentando algo real o se trata de una mera ilusión? Para James, la pregunta concierne a la auténtica naturaleza del tiempo psicológico. Si la experiencia se toma al pie de la letra, si verdaderamente podemos captar un momento virgen conforme surge, entonces hemos de poseer «un sentido especial para el tiempo puro». Según esta lógica, el tiempo puro está vacío y una duración vacía basta para estimular los sentidos. Pero supongamos, en cambio, que nuestra experiencia de un momento floreciente fuese una ilusión; en tal caso, la impresión de que el tiempo está pasando sería una respuesta a cualquier cosa que esté llenando ese tiempo y a «nuestro recuerdo de su contenido previo, que comparamos

con el contenido actual». La cuestión es si el tiempo es algo sin nada dentro, si es un contenedor o las cosas contenidas.

Para James, el tiempo reside en los contenidos. No podemos percibir el tiempo vacío al igual que no podemos intuir una longitud o una distancia sin nada en ella, escribía. Observa un claro cielo azul: ¿cuánto son treinta metros?, ¿y un kilómetro? Sin hitos de referencia, no podemos saberlo. Otro tanto sucede con el tiempo. Si percibimos el paso del tiempo es porque percibimos el cambio y, para que percibamos el cambio, el tiempo ha de estar lleno de algún modo; una duración vacía por sí sola no estimulará nuestra conciencia. ¿Qué es entonces lo que lo llena?

Sencillamente nosotros. «El cambio ha de ser de algún tipo concreto, una serie perceptible exterior o interior, o un proceso de atención o volición», escribe James en los *Principios*. Un momento aparentemente vacío nunca lo está en realidad, pues, al detenernos a considerarlo, lo llenamos con un flujo de pensamientos. Cierra los ojos, deja afuera el mundo y seguirás viendo todavía una película de luz dentro de tus párpados, «un juego de coagulación de la más oscura luminosidad». La mente llena el tiempo.

James le está dando vueltas a una idea planteada siglos atrás por Agustín y, antes de este, por Aristóteles: que el tiempo es en buena medida una propiedad de la mente. Puede que James no llegase al extremo de afirmar que el tiempo no existe más allá de nuestra percepción de él, pero subrayaba que lo que el cerebro ofrece es una *percepción* del tiempo, no el tiempo mismo, y que no podemos pasar de ahí: no hay más experiencia del tiempo que nuestra experiencia subjetiva. Esto puede sonar casi tautológico, pero no dista mucho de la conclusión de muchos psicólogos y neurocientíficos contemporáneos. La persona media es consciente de que el tiempo parece acelerarse o ralentizarse en ciertas situaciones, y resulta fácil imaginar que estas impresiones surgen porque en algún lugar de allí dentro, de algún modo, el cerebro está rastreando cuánto dura en realidad un período de tiempo dado. Pero puede que no exista ese reloj. Puede que el cerebro no cronometre el mundo real como hacen los ordenadores; puede que solo mida su propio procesamiento de dicho mundo.

En cualquier caso, nunca podemos escapar por completo de nosotros mismos. «Siempre nos hallamos interiormente inmersos en lo que Wundt ha denominado en alguna ocasión el crepúsculo de nuestra conciencia general —reflexionaba James—. Los latidos de nuestro corazón, nuestra respiración, nuestros pulsos de atención, los

fragmentos de palabras u oraciones que atraviesan nuestra imaginación, son los pobladores de este sombrío hábitat... En resumidas cuentas, por mucho que vaciemos nuestra mente, alguna forma de proceso cambiante persiste para que la sintamos, y no puede ser expulsada.»

El tiempo nunca está vacío porque lo ocupamos incansablemente. Pero incluso esta formulación da demasiado crédito al tiempo. Me siento en silencio con los ojos cerrados o yazco despierto en la cama las horas previas al amanecer, observando cómo fluye el tiempo vacío. «Lo contamos en pulsos —escribe James—. Decimos “¡ahora, ahora, ahora!” o contamos “¡más, más, más!” conforme lo vemos germinar.» El tiempo parece fluir en unidades discretas, parece de algún modo independiente y autosuficiente, no porque percibamos unidades discretas de tiempo vacío, escribe James, sino porque nuestros sucesivos actos de percepción son discretos. El *ahora* surge una y otra vez solo porque decimos «¡ahora!» una y otra vez. El momento presente, afirma, «es un dato sintético», no tanto experimentado cuanto fabricado. El presente no es algo con lo que nos tropecemos y atravesemos; es algo que creamos por nosotros mismos una y otra vez, momento tras momento.

Todo esto (todo lo que importa, afirma Agustín) se revela en una frase. Imagínate que recitas de memoria un poema o un salmo. A medida que emanan las palabras, la mente se esfuerza por recordar lo dicho y trata de captar lo que falta por decir. La memoria está al servicio de la expectativa: «La energía vital de lo que estoy haciendo se halla en tensión entre ambas». *La energía vital*: esa es la esencia de Agustín, y también la tuya ahora mismo mientras absorbes estas palabras, te afanas para recordar y te preguntas qué viene a continuación. «El tiempo no es nada más que tensión —observa Agustín—, me sorprendería mucho que no fuera la propia tensión de la conciencia.» Todos estos siglos después, los científicos siguen luchando para definir la conciencia, el yo y el tiempo. Agustín conectaba los tres mediante el lenguaje. Te acercas al tiempo solamente al tratar de medir su paso a medida que se despliega una frase; allí tu mente está tensa, presente. Y solo en el presente, en el acto de atender, vislumbras lo que eres. Para Agustín, el *ahora* es una experiencia espiritual.

James añadió un giro. Declaró inexistentes los tres tiempos (pasado, presente y futuro) e invocó un cuarto, que llamó «presente especioso». (Tomó prestado el término de E. R. Clay, que era el seudónimo de E. Robert Kelly, un magnate del tabaco jubilado y filósofo de afición.) El presente auténtico es un punto adimensional;

el presente especioso, en cambio, es «la breve duración de la que somos inmediata e incesantemente conscientes». Es un tiempo suficiente para reconocer el vuelo de un pájaro o una estrella fugaz, para asimilar todas las notas de un compás de una canción o las palabras de una oración hablada. Poco importan Zenón y sus paradojas o la idea kantiana de que podemos intuir de algún modo la naturaleza *a priori* del tiempo; olvidémonos del pasado, el presente y el futuro. Lo único digno de discusión acerca del presente es nuestra conciencia de él, que define efectivamente el presente especioso.

Cuando observo el vuelo de un pájaro, leo una verso de un poema o escucho el reloj de la mesilla durante la noche, ¿qué puedo decir sobre este presente especioso? James observaba que está (o más bien parece estar en la conciencia) cambiando constantemente. «Cualquier explicación de nuestra percepción del tiempo ha de dar cuenta de este aspecto de nuestra experiencia.» Al igual que Agustín, James advertía que, para ser consciente del cambio, uno debe apelar a la memoria; para decir con confianza que un reloj *está haciendo tictac* o que un pájaro *está volando*, tenemos en mente la conciencia de que la actividad comenzó o estaba en curso hace un momento y ahora continúa. El reconocimiento del presente invoca algún aspecto del pasado inmediato, por lo que esta conciencia ha de desplegarse durante un breve período. «En resumen, el presente prácticamente reconocido no es un filo de cuchillo, sino una cresta montañosa, con una cierta anchura propia, a la que nos encaramamos y desde la que miramos en dos direcciones del tiempo —escribe James—. La unidad de composición de nuestra percepción del tiempo es una duración, con una proa y una popa, por así decirlo; un extremo que mira hacia atrás y otro hacia adelante... Parecemos sentir el intervalo del tiempo como un todo, con sus dos extremos incorporados.»

Por consiguiente, el presente especioso es una medida indirecta de la conciencia. James ofrece una mezcla de metáforas: es un barco, un tejado a dos aguas, algo (¿un pedazo de cuerda?) con «una orla que se desvanece vagamente hacia atrás y hacia adelante»; incluso «permanece como el arcoíris en la cascada». Lo que importa es el flujo de pensamiento subyacente, la corriente de conciencia. Tu conciencia siempre contiene varias ideas o impresiones sensoriales a la vez. No experimentas el suceso C, seguido de manera diferenciada por D, luego por E y así sucesivamente; en lugar de ello, experimentas CDEFGH, donde los primeros sucesos acaban desvaneciéndose del presente para dejar paso a los nuevos. Los contenidos se solapan; la conciencia de

alguna otra parte de la corriente siempre aparece mezclada con el presente estricto. Si, en lugar de ello, la conciencia consistiera en una mera serie de imágenes y sensaciones ensartadas como abalorios, seríamos incapaces de adquirir conocimiento o experiencia, y todo cuanto podríamos conocer sería el instante presente. James cita a John Stuart Mill: «Cada uno de nuestros sucesivos estados de conciencia, el momento en que cesase habría desaparecido para siempre. Cada uno de esos estados momentáneos integraría todo nuestro ser». Nuestra conciencia, añadía James, «sería como una chispa de luciérnaga, que ilumina el punto que cubre inmediatamente, pero deja todo lo restante en total oscuridad».

James dudaba que fuese posible en la práctica vivir bajo tales circunstancias, si bien era «concebible». Es algo más que eso. En 1985, un director y músico consumado llamado Clive Wearing sufrió un ataque de encefalitis viral que dañó varios lóbulos de su cerebro incluido todo su hipocampo, que es esencial para evocar recuerdos y establecer otros nuevos. A partir de entonces podía caminar, conversar con brillantez, afeitarse y vestirse, incluso tocar el piano. Pero apenas podía recordar y, tres décadas más tarde, sigue sin ser capaz: ni su nombre ni los nombres de las personas que lo rodean, ni qué sabores tienen los distintos alimentos, ni ningún pensamiento previo a la oración en la que está. Cuando ofrece una respuesta, ya ha olvidado la pregunta. «Un virus había provocado agujeros en el cerebro de Clive — escribiría más tarde su mujer Deborah en el *Telegraph*—. Sus recuerdos se habían caído.» Tampoco recuerda el nombre de su esposa, pero la saluda exultante, como si no la hubiera visto hace un siglo, y como no hace con nadie más, aunque solo regrese de un breve viaje a la habitación de al lado. La telefonea a casa ansiosamente, sin recordar que estuvo en su compañía tan solo unas horas antes. «Ven aquí al amanecer —le ruega—. Ven a la velocidad de la luz.»

Para Wearing solo existe el presente especioso. «Está varado, por así decirlo, en esta pizca de tiempo», explicaba Deborah en la BBC, en uno de los muchos documentales y artículos sobre él. Deborah ha escrito asimismo un libro sobre su marido. Cuenta que un día lo encontró estudiando un bombón. Lo sujetaba en la palma de una mano y, con la otra, lo cubría y lo descubría cada pocos segundos, mirando fijamente.

«¡Mira —decía—, es nuevo!»

«Es el mismo bombón», le contestó ella.

«¡No..., mira! Ha cambiado. Antes no era así...» Repitió el truco para sí mismo.
«¡Mira! ¡Es diferente otra vez! ¿Cómo lo hacen?»

Todas las cosas y todas las personas son perpetuamente nuevas, incluido su propio yo, como si estuviera despertando al mundo por primera vez. «¡Puedo verte! —le exclamó a Deborah en otra ocasión—. ¡Ahora lo veo todo correctamente!» O: «Nunca he visto a nadie, nunca he oído una palabra hasta ahora, ni siquiera he tenido un sueño. El día y la noche son lo mismo: vacíos. Exactamente como la muerte». Esto lo repite una y otra vez desde hace años, de formas ligeramente diferentes. «No he oído nada, no he visto nada, no he tocado nada, no he olido nada. Es como estar muerto.» A menos que su mente esté implicada de otra manera, esa es su experiencia de la vida.

Sin embargo, la conciencia de despertar, de ingresar en el presente, es tan crucial que Wearing la ha registrado por escrito una y otra vez. Escribe la hora, las 10:50 a. m., y registra su percepción: «¡Despierto por primera vez!». Anota un comentario similar en la línea anterior, escrita unos minutos antes; consulta su reloj, luego tacha la entrada anterior como si la hubiera escrito un impostor y subraya la actual. Llena páginas con entradas de este tenor, todas ellas tachadas excepto la actual. El diario, si ese es el término correcto, ocupa en la actualidad miles de páginas, docenas de volúmenes, donde cada momento de despertar anuncia su primacía sobre cualquier otro inmediatamente precedente.

2:10 p. m.: Esta vez propiamente despierto...

2:14 p. m.: Esta vez por fin despierto...

2:35 p. m.: Esta vez completamente despierto...

9:40 p. m.: Me he despertado por primera vez, pese a mis afirmaciones anteriores.

Y me he despertado propiamente a las 8:47 a. m.

Y completamente a las 8:49 a. m. Y me he dado cuenta de las dificultades para entenderme.

El viajero a través del tiempo de *The Time Machine (La máquina del tiempo)*, la novela de H. G. Wells, tiene una historia para sus invitados a cenar sobre cómo había construido un dispositivo que lo transportaría a través del tiempo y sobre cómo solo unos momentos antes (antes de encontrar a los amanerados Eloi y los brutos Morlocks en el año 802.701, antes de atisbar una playa prácticamente sin vida de aquí a unos treinta millones de años, antes de entrar ahora mismo al salón y pedir una copa) se había acomodado en su asiento, había empujado una palanca y se había «arrojado al futuro».

¡Sentía exactamente lo mismo que al montar en una montaña rusa precipitándome indefenso de cabeza!... Al aumentar la velocidad, la noche seguía al día como el batir de un ala negra. El rastro tenue del laboratorio parecía ahora alejarse de mí, y veía el sol brincando rápidamente por el cielo, saltándolo cada minuto, y cada minuto marcando un día... El caracol más lento que jamás se haya arrastrado iba demasiado rápido para mí... Veía los árboles crecer y transformarse como bocanadas de vapor, ahora marrones, ahora verdes; crecían, se extendían, se estremecían y morían. Veía gigantescos edificios alzarse borrosos y pálidos, y pasar como los sueños. Toda la superficie de la tierra parecía transformada, fundiéndose y fluyendo bajo mis ojos... Mi velocidad superaba el año por minuto; y minuto a minuto la nieve blanca resplandecía por el mundo y se desvanecía, y la seguía el verde breve y brillante de la primavera.

Publicado en 1895, *La máquina del tiempo* apareció en un momento de fascinación novelística con la idea del viaje a través del tiempo. La mayoría de los viajes al futuro o al pasado sucedían de forma inesperada, por medios inciertos. Los protagonistas de *Looking Backward (Mirando atrás)* y *News from Nowhere (Noticias de ninguna parte)* se quedan dormidos en el siglo XIX y, tras varias largas siestas, se despiertan en el siglo XXI. En *A Crystal Age (La era de cristal)*, el viajero se despierta miles de años después (está prácticamente seguro) de caer de un acantilado. En *The British Barbarians [Los bárbaros británicos]*, un antropólogo del siglo XXV llega de algún modo a Surrey vestido con «un buen traje de tweed». *La máquina del tiempo* es inusual, toda vez que su personaje más fascinante es el modo de viajar y, en cierto sentido, el tiempo mismo. El viajero no es un agente pasivo; se dirige al momento elegido por él mismo. No llega sin más: acelera a través de cada momento entre el ahora y el entonces. En sus manos, el tiempo modifica su escala y es flexible, el presente especioso puede dilatarse para abarcar estaciones, vidas humanas y eones. El

presente percibido no es más que eso: percibido. Alterando la percepción, el viajero altera el tiempo.

Wells poseía sólidos conocimientos de la teoría científica contemporánea. En la universidad había estudiado biología con T. H. Huxley y, obviamente, había leído los *Principios de psicología*, como prácticamente todos los de su círculo. En 1894 publicó en la *Saturday Review* una crítica de la psicología contemporánea que exhibía un sólido conocimiento de la literatura sobre la memoria, la conciencia, la percepción visual, la sugestión y la ilusión. (Un investigador actual, tras examinar la cronología de *La máquina del tiempo*, argumenta de manera convincente que la historia que cuenta durante la cena el viajero en el tiempo es en realidad un engaño perpetrado sobre sus invitados, y que se inventó la historia durante una siesta tras una excursión aquella tarde en su triciclo). El capítulo inicial de *La máquina del tiempo* es, en efecto, un breve curso sobre las ideas de la percepción del tiempo en aquella época. «No existe ninguna diferencia entre el tiempo y cualquiera de las tres dimensiones del espacio, salvo que nuestra conciencia se mueve a lo largo de él», explica el viajero a través del tiempo a sus invitados, y acto seguido expone su teoría del tiempo como geometría cuatridimensional, una teoría que se cree que Wells habría tomado de una conferencia pronunciada en 1893 en la Sociedad Matemática de Nueva York. «No puedes escaparte del momento presente», objeta un invitado en un momento dado, a lo que el viajero a través del tiempo responde: «Siempre estamos escapando del momento presente». Cuando llega el momento de enviar un modelo de la máquina del tiempo en su viaje inaugural, es el psicólogo quien enciende el interruptor.

William James llevaba un registro diligente de todas sus lecturas, pero no encontramos ninguna mención de *La máquina del tiempo*. Leyó casi todo lo demás, desde Agustín hasta *Tristram Shandy* (*Tristram Shandy*) y *Dr. Jekyll and Mr. Hyde* (*El extraño caso del doctor Jekyll y Mr. Hyde*). («Ese hombre es un mago», escribió en referencia a Robert Louis Stevenson.) En su correspondencia con Wells, James elogiaba su *Utopía* (*Una utopía moderna*) y *First and Last Things* [Primeras y últimas cosas], y lo comparaba con Kipling y con Tolstói; Wells absorbió la filosofía pragmatista de James y se refería a este como «mi amigo y maestro». En 1899, según una fuente, sus caminos se cruzaron en una fiesta en casa de Stephen Crane, que incluía un póquer nocturno. La biografía de Richardson describe una ocasión, varios años más tarde, en la que Wells paró para recoger a James en la casa inglesa de su hermano Henry. Henry estaba agitado; había sorprendido a William subido a una

escalera, mirando furtivamente por encima del muro del jardín y tratando de vislumbrar al novelista G. K. Chesterton, que se alojaba en la posada vecina. «Era rotundamente la clase de cosa que no ha de hacerse», recordaba Wells.

Pero era la clase de cosa que William hacía con frecuencia. Era impulsivo y se habría dirigido a la escalera sin pensárselo dos veces, como si no hubiera tiempo que perder. Subía dos o tres escalones a la vez. «Era un hombre continuamente apresurado», me contó Richardson. Me remitió al relato autobiográfico de Henry James *A Small Boy and Others (Un chiquillo y otros)*, publicado en 1913, tres años después de la muerte de William, a la edad relativamente temprana de sesenta y ocho años. Henry escribió que William «estaba siempre a la vuelta de la esquina y fuera de la vista». Lo decía en sentido figurado (William era un año mayor), pero probablemente también era aplicable en sentido literal. «Estaba muy vivo todo el tiempo, vivía al límite y al borde del colapso nervioso —decía Richardson de William—. Me parece que no creía disponer de mucho tiempo. Y estaba en lo cierto.»

Una tarde de finales del verano de 1860, los miembros de la Sociedad Rusa de Entomología celebraron en San Petersburgo su primera reunión. El discurso inaugural fue pronunciado por el augusto zoólogo alemán Karl Ernst von Baer, a quien la historia recuerda principalmente como el oponente cascarrabias de la idea darwiniana de que todos los organismos vivos evolucionaron a partir de antepasados comunes. Pero el propio Darwin admiraba enormemente a Von Baer, que era un intelectual apasionado, un biólogo pionero y un extraordinario observador. Von Baer fue el primero en defender que todos los mamíferos, incluidos los humanos, surgen de huevos, una conclusión que alcanzó después de examinar tediosamente por el microscopio pequeñas masas informes de polluelos y otras criaturas en estado embrionario, y maravillarse ante el hecho de que organismos sumamente diferentes pudieran surgir de formas incipientes similares.

El tema de su charla —«*Welche Auffassung der lebenden Natur ist die richtige? Und wie ist diese Auffassung auf die Entomologie anzuwenden*», o «¿Cuál es la concepción correcta de la naturaleza viva y cómo se aplica a la entomología?»— podría antojársele extraño y difuso a cualquier público, pero no tanto a una audiencia de entusiastas de los insectos. Pero a lo largo de su discurso, Von Baer discutió un asunto que había circulado entre los filósofos desde el siglo xvii y se había

incorporado recientemente a la conversación de los científicos naturales: ¿cuánto dura el ahora?

Nada dura, explicó Von Baer a su auditorio. Lo que confundimos con la persistencia, la aparente permanencia de las montañas y los mares, es una ilusión derivada de nuestro breve tiempo de vida. Imaginemos por un momento «que el ritmo de la vida en el hombre transcurriera mucho más rápido o mucho más despacio; entonces no tardaríamos en descubrir que, para él, todas las relaciones de la naturaleza parecerían completamente diferentes». Supongamos que una vida humana, desde el nacimiento hasta la senilidad, durase solo veintinueve días, una milésima de su duración normal. Este *Monaten-Mensch*, u «hombre del mes», nunca vería la luna recorrer más de un ciclo completo; el concepto de las estaciones y de la nieve y del hielo se le antojaría tan abstracto como lo es para nosotros la edad de hielo. La experiencia sería parecida a la de muchas criaturas, incluidos algunos insectos y setas, que viven tan solo unos días. Supongamos ahora que nuestra vida fuera mil veces más breve todavía y durase únicamente cuarenta y dos minutos. Este *Minuten-Mensch*, u «hombre de los minutos», no sabría nada directamente de la noche y del día; las flores y los árboles parecerían inmutables.

Consideremos el escenario opuesto, proseguía Von Baer. Imaginemos que nuestro pulso, en lugar de acelerarse, latiese mil veces más lentamente que su ritmo normal. Si asumimos la misma cantidad de experiencias sensoriales por latido, «entonces el tiempo de vida de esa persona alcanzaría “una edad avanzada” aproximadamente a los 80.000 años. Un año parecería como 8,75 horas. Perderíamos nuestra capacidad de ver derretirse el hielo, de sentir los terremotos, de ver cómo los árboles echan hojas, dan fruto lentamente y luego pierden las hojas». Veríamos el ascenso y la caída de las cordilleras, pero pasaríamos por alto las vidas de las mariquitas. Las flores estarían perdidas para nosotros; solo los árboles provocarían una impresión. El sol podría dejar una cola en el cielo como la de un cometa o una bala de cañón. Multipliquemos ahora esta vida por mil veces más para producir un hombre que viva ochenta millones de años, pero tenga solo 31,5 latidos del corazón y 189 percepciones en un año terrestre. El sol cesaría de aparecer como un círculo independiente y aparecería, en cambio, como una brillante elipse solar, más tenue en invierno. Durante diez latidos del pulso del año, la Tierra sería verde y luego blanca durante otros diez; la nieve se derretiría en un latido y medio.

A lo largo de los siglos XVII y XVIII, el uso creciente del telescopio y del microscopio condujo a la consideración de lo que cabría denominar la relatividad de las escalas. El cosmos era mayor de lo imaginado, en ambas direcciones; crecía tanto hacia afuera como hacia adentro. La perspectiva humana comenzó a perder su sensación de privilegio: nuestro punto de vista solo podía ser uno entre muchos. En 1678, el filósofo Nicolas Malebranche proponía suponer que Dios hubiese creado un mundo tan vasto que un solo árbol nos pareciera enorme a nosotros, pero normal a los habitantes de dicho mundo; o, inversamente, un mundo que a nosotros nos pareciera diminuto, pero enorme a los ojos de sus minúsculos residentes. «*Car rien n'est grand ni petit en soi*», escribía Malebranche; nada es ni grande ni pequeño en sí mismo. Jonathan Swift plasmó enseguida la idea en una novela; la perspectiva de los liliputienses y la de los gigantes de Brobdingnag son equivalentes en su detalle y expansión.

Lo mismo sucede con el tiempo. «Imaginemos un mundo compuesto por tantas partes como el nuestro que no fuese más grande que una avellana —escribió en 1754 el filósofo francés Étienne Bonnot de Condillac—. Está fuera de toda duda que las estrellas saldrían y se pondrían allí miles de veces en una de nuestras horas.» O imaginemos un mundo que empequeñeciera al nuestro en su inmensidad: un tiempo de vida en nuestro mundo no parecería sino un parpadeo para los seres de ese mundo mayor, en tanto que, para los residentes del planeta Avellana, nuestra vida podría durar miles de millones de años. La percepción de la duración es relativa; un momento a los ojos de alguien pueden ser varios a los de otro.

Hasta cierto punto esto es un juego de palabras. Si definimos un día como una sola rotación de la Tierra sobre su eje, entonces un día siempre dura exactamente un día, tanto para un humano como para un ácaro o una avellana. (El biólogo circadiano señalaría que, de hecho, el día está inscrito genéticamente en cada uno de nosotros, avellana o humano, con independencia de que seamos o no conscientes de ello.) Sin embargo, la tesis de Condillac era que, para los ácaros del planeta Avellana, un día podría no ser un lapso de tiempo útil o siquiera perceptible. Esa idea contiene una noción del tiempo muy vigente todavía en la actualidad: nuestro cálculo de la duración aparente de un momento está condicionado por el número de acciones o ideas que atraviesan la mente conforme se desarrolla ese momento. «No tenemos ninguna percepción de la duración salvo si consideramos la serie de ideas que se suceden en nuestro entendimiento», argüía John Locke en 1690. Si experimentas

muchas sensaciones en un período breve, entonces esa duración, estando densamente poblada, te parecerá más larga mientras estés en ella. Un instante puede parecernos adimensional, escribía Locke, pero podría haber otras mentes capaces de percibirlo y puede que nosotros no tuviéramos más conciencia de ellas que la que «un gusano encerrado en un cajón de un armario tiene de los sentidos o la comprensión de un hombre». Nuestra mente, moviéndose solo a tanta velocidad, puede contener solo tantas ideas a la vez, de suerte que el lapso de tiempo que somos capaces de percibir tiene un límite. «Si se alterasen nuestros sentidos y se tornasen mucho más rápidos y agudos, el aspecto y el esquema externo de las cosas nos ofrecería una cara muy distinta.»

William James adoptó la idea. Supongamos que tus sentidos se viesan alterados por el hachís, escribía en 1866; podrías tener una experiencia temporal semejante «a la condición de los seres efímeros de Von Baer y Spencer... En resumidas cuentas, la condición sería exactamente análoga a la ampliación del espacio mediante un microscopio; menos cosas reales a la vez en el campo de visión inmediato, pero cada una de ellas ocupando más de su espacio habitual y haciendo que las excluidas parezcan extrañamente distantes». En 1901, H. G. Wells escribió un breve relato, titulado «The New Accelerator» («El nuevo acelerador»), acerca de la invención de un elixir que acelera mil veces el cuerpo y sus percepciones. Si se cayera un vaso de agua, parecería estar colgado en el aire; las personas de la calle estarían «rígidas como estatuas de cera —escribía—. Fabricaremos y venderemos el Acelerador y, en cuanto a las consecuencias, ya veremos».

Aunque rara vez apreciemos el hecho, los humanos funcionamos en y dependemos de varias escalas temporales diferentes simultáneamente. El corazón humano medio late una vez por segundo. El rayo cae en una centésima de segundo. Un ordenador doméstico ejecuta una sola instrucción de *software* en nanosegundos o milmillonésimas de segundo. Los circuitos tienen tiempos de conmutación en picosegundos o billonésimas de segundo. Hace varios años, los físicos lograron crear un pulso de luz de láser que dura solamente cinco femtosegundos o milbillonésimas (5×10^{-15}) de segundo. En la fotografía cotidiana, el *flash* de una cámara puede «detener el tiempo» a una milésima de segundo aproximadamente, lo bastante rápido como para congelar el *swing* de un bateador de béisbol, si no una bola rápida. Asimismo, la «bombilla de *flash*» de femtosegundos permitió a los científicos

observar fenómenos nunca antes vistos en una imagen congelada: la vibración de las moléculas, los enlaces de átomos durante las reacciones químicas y otros sucesos ultrapequeños y ultraefímeros.

El pulso en femtosegundos se ha convertido en una herramienta poderosa. Es magnífico para hacer agujeros diminutos; su energía se deposita con tanta rapidez que no da tiempo a que se caliente el material circundante, con lo que se reduce el desorden y la ineficiencia. Además, dada la velocidad de la luz, prácticamente trescientos millones de metros por segundo, un pulso de luz de un femtosegundo de duración tiene una longitud física de solo una milésima de milímetro aproximadamente. (En contraste, un pulso de luz de un segundo de duración se estiraría cuatro quintos de la distancia entre la Tierra y la Luna.) Podemos compararlos con minúsculas bombas inteligentes: pueden enfocarse para impactar justo bajo la superficie de un material transparente sin perforarlo en realidad. Los pulsos en femtosegundos se están empleando para grabar guías de ondas ópticas dentro de hojas de vidrio, un desarrollo que podría revolucionar el almacenamiento de datos y las telecomunicaciones. Los investigadores de los femtosegundos han desarrollado un nuevo método de cirugía ocular con láser que opera directamente sobre la córnea sin dañar el tejido que la cubre. «Es una forma de introducir la mano en los materiales biológicos y de hacerlo con muy poca energía», me explicó Paul Corkum, un físico de la Universidad de Ottawa.

Pero la ultrarrapidez no basta. Toda clase de cosas importantes pueden suceder entre una milbillonésima de segundo y la siguiente, y si tu bombilla de *flash* es demasiado lenta, te las perderás. Por consiguiente, los científicos han seguido avanzando, forzando el reloj, apresurándose para crear ventanas de tiempo todavía más pequeñas a fin de estudiar el mundo físico. Hace unos pocos años, un equipo internacional de físicos entre los que se incluía Corkum logró romper finalmente la llamada barrera del femtosegundo. Con un complejo láser de alta energía, generaron un pulso de luz de poco más de medio femtosegundo de duración; 650 attosegundos, para ser exactos. El attosegundo (10^{-18} segundos) existe desde hace tiempo como entidad teórica, pero esta fue la primera vez que alguien lo había encontrado realmente. Es una fracción de tiempo recién descubierta, minúscula pero con un potencial colosal. «Se trata de la auténtica escala temporal de la materia —declaró Corkum—. Estamos consiguiendo la capacidad de observar el micromundo de los átomos y las moléculas en sus propios términos.»

Apenas habían capturado los físicos un attosegundo cuando demostraron su utilidad. Dirigieron este pulso y uno más largo de luz roja hacia un gas de átomos de criptón. El pulso de un attosegundo excitó los átomos de criptón liberando electrones; a continuación, el pulso de luz roja impactó en los electrones e hizo una lectura de su energía. Ajustando el desfase entre ambos pulsos, los científicos fueron capaces de medir con mucha precisión (en cuestión de attosegundos) el tiempo que tarda en descomponerse un electrón. Nunca antes se había estudiado en una escala temporal tan corta la dinámica de un electrón. El experimento revolucionó el mundo de la física. «Los attosegundos nos proporcionarán una nueva forma de pensar en los electrones —me explicó Louis DiMauro, un físico del Laboratorio Nacional de Brookhaven—. Se convierten en una nueva investigación de la materia que se aplicará después en las distintas ciencias. La edad de la attofísica ha comenzado.»

Por supuesto, un día, quizás en un futuro no tan remoto, incluso el attosegundo resultará insuficiente. Para investigar la actividad del núcleo atómico, en el que la escala temporal natural es varios órdenes de magnitud más rápida, los físicos tendrán que adentrarse en el reino de los zeptosegundos o miltrillonésimas de segundo. Mientras tanto tendrán que funcionar con el escaso tiempo libre que ya han conseguido. Podemos imaginarlos entusiasmados, llenando sus discos duros con vídeos domésticos de electrones, bloqueando las ondas con vídeos de attosegundos que parecen bostezar durante segundos; básicamente la eternidad. Corkum confía en que esto no suceda. «En la práctica solo estamos observando un período de tiempo razonable.» En el tiempo pequeño, al igual que en el tiempo grande, el aburrimiento del espectador sigue poniendo los límites. «Mi cuñado me envió recientemente unas películas de su bebé —me contó Corkum—. Al principio eran entretenidas, pero después de quince minutos, ¡guau, eso es mucho tiempo!»

Cuando era más joven y tenía más tiempo, me gustaba tumbarme en la hierba en verano, cerrar los ojos y tratar de contar cuántos sonidos era capaz de oír simultáneamente. Allí el zumbido de las cigarras. Arriba el estruendo a gran altitud de un avión a reacción. Detrás de mí las hojas de un árbol susurrando en la brisa. Algunos sonidos eran una presencia continua; otros, como el canto de un arrendajo azul, iban y venían. Descubrí que podía retener en mi mente cuatro o cinco antes de que uno desapareciera, momento en el que iba en busca de otro, como el malabarista al que se le ha caído una pelota y con una mano busca a tientas otra para reemplazarla. No tardé mucho tiempo en acostumbrarme a las constantes oscilaciones del proceso, y el reto ya no consistía tanto entonces en el número de sonidos que era capaz de mantener en el aire, cuanto en el espacio interno que ocupaba y el mínimo esfuerzo necesario para mantenerlos en movimiento.

Esto resultaba relajante, pero era asimismo mi forma de medir..., bueno, no sabía exactamente qué. ¿Mi capacidad de atención? ¿El límite de mi conciencia? Retrospectivamente es obvio que, a mi manera rudimentaria, estaba tratando de cuantificar el momento presente, un empeño con una larga historia. Incluso antes de que William James (por medio de E. R. Clay) aterrizara en la noción del presente especioso, los científicos habían aceptado en general la idea de que el presente psicológico tiene una duración real, y buena parte del esfuerzo se dedicaba a tratar de cuantificar dicha duración. ¿Cuánto dura exactamente el ahora?

Una forma de medir el presente consistía en contar cuántos elementos mentales podían caber en él. Los ritmos eran un útil indicador. Imaginemos una serie de sonidos que producen un ritmo como este: tiquita-tic-tic-tic, tiquita-tic-tic-tic, y así sucesivamente. Si los sonidos individuales llegan demasiado despacio o demasiado rápido, el ritmo no es discernible; solo en cierto rango intermedio de velocidades (de tantos sonidos por segundo o por minuto) se funden los sonidos en tu mente para formar un todo. O, dicho de otro modo, el ritmo emerge solo cuando un número suficiente de sonidos individuales (pero no demasiados) aterrizan dentro de un breve período de conciencia ligeramente variable. El fisiólogo alemán Wilhelm Wundt lo designaba como «el alcance de la conciencia» o *Blickfield*: el breve intervalo en el

que las impresiones dispares se funden en una sensación del ahora. En la década de 1870 se embarcó en el intento de medir sus parámetros. En un experimento, tocaba una serie de dieciséis sonidos (ocho pares de dos sonidos) a una velocidad de uno a un sonido y medio por segundo, definiendo un *Blickfield* entre 10,6 y 16 segundos de duración. Tocaba la serie dos veces para los sujetos: una vez y luego, tras una breve pausa, otra vez. Sus sujetos discernían inmediatamente un ritmo y reconocían asimismo que ambos ritmos eran iguales. Si añadía o eliminaba un sonido en la segunda serie, los oyentes lo advertían de inmediato, incluso sin contar los sonidos individuales. Eran conscientes de un patrón global; cada ritmo «está en la conciencia como un todo», observaba Wundt. Aumentó la velocidad, de forma que doce sonidos individuales venían cada medio segundo o cada tercera parte de este, y el sujeto todavía discernía un ritmo o un «todo» y lo comparaba con otro. Con esta medida, el *ahora* discernible dura entre cuatro y seis segundos. Podían llegar a reconocerse hasta cuarenta sonidos a la vez, siempre que llegaran en cinco grupos de ocho cada uno, a una velocidad de cuatro sonidos por segundo. (Eso situaría el rango de la conciencia en diez segundos.) La más corta duración perceptible constaba de doce sonidos (tres grupos de cuatro sonidos, a tres sonidos por segundo) y duraba cuatro segundos.

Según otras mediciones, el ahora podía ser mucho más corto. En 1873, el fisiólogo austríaco Sigmund Exner informó que podía oír dos chasquidos sucesivos de una chispa eléctrica si uno seguía al otro en tan solo una quingentésima de segundo. Mientras que los sujetos de Wundt estaban evaluando los contenidos de un momento lleno, Exner estaba marcando las fronteras de un momento vacío. Y Exner descubrió que el tamaño de este ahora depende en buena medida de los sentidos implicados. El oído daba acceso al menor intervalo perceptible (0,002 segundos). La vista era más lenta: si Exner observaba dos chispas sucesivas ligeramente separadas entre sí, podía discernir correctamente cuál era la primera solo si ocurrían con más de 0,045 segundos de diferencia (un poco menos de una vigésima de segundo). Si la tarea implicaba oír un sonido y luego ver una luz, para discernir su orden se necesitaba un intervalo aún más largo (0,06 segundos). El intervalo perceptible más pequeño para la tarea inversa, de la vista al oído, era más largo todavía, 0,16 segundos.

Unos años antes, en 1868, el médico alemán Karl von Vierordt había ofrecido otra medida del ahora. En sus experimentos, los sujetos escuchaban un intervalo vacío, marcado a menudo por dos tictacs de un metrónomo, e intentaban reproducirlo, normalmente presionando una tecla que hacía una marca en un tambor rotatorio de

papel. A veces el intervalo que había que reproducir se marcaba con ocho pulsaciones de un metrónomo en lugar de dos, o las dos pulsaciones podían transmitirse a la mano del sujeto con una pequeña aguja de acero. Al revisar los datos, Vierordt se percató de algo curioso: las duraciones inferiores a un segundo se consideraban habitualmente algo más largas de lo que eran en realidad, mientras que las duraciones más largas tendían a ser infravaloradas. En algún punto intermedio estaba una duración breve que los sujetos juzgaban con exactitud. A través de múltiples experimentos, Vierordt trataba de indicar con precisión este breve intervalo en el que nuestra sensación del tiempo se corresponde exactamente con el tiempo físico. Lo denominó punto de indiferencia. Variaba de un observador a otro, pero por término medio, sostenían los investigadores posteriores, era extraordinariamente constante, con una duración aproximada de 0,75 segundos.

Hoy sabemos que el descubrimiento encubría varios errores metodológicos. En primer lugar, casi todos los datos experimentales de Vierordt derivaban de dos voluntarios solamente: Vierordt y su estudiante de doctorado. No obstante, el punto de indiferencia se consideraba generalmente relevante. Wundt y otros realizaron sus propios experimentos sobre el punto de indiferencia a fin de cuantificarlo e identificarlo mejor; sus valores rondaban con frecuencia los tres cuartos de segundo, aunque algunos llegaban hasta un tercio de segundo. Las evidencias en favor del punto de indiferencia se disolvieron en buena medida en las investigaciones posteriores, pero, por un momento al menos, los científicos parecían haber identificado una unidad psicológica de tiempo, «una duración absoluta —ha escrito un historiador— siempre accesible a la mente como un patrón». Esta duración, con independencia de su tamaño exacto, servía de indicador de la conciencia; era el momento más pequeño posible de conciencia humana directa.

El tamaño exacto del ahora se analizará hasta bien entrado el siglo xx. Los científicos actuales tienden a establecer una distinción entre dos conceptos. Uno es el momento perceptivo, una duración breve pero cuantificable, que se define como el intervalo mayor entre dos acontecimientos sucesivos, como un par de chispas, que se perciben sin embargo como simultáneos. El otro es el presente psicológico, un período ligeramente superior en el que parece desarrollarse un suceso único, como un redoble de tambor. El primero podría durar noventa segundos, o 4,5 milisegundos, o entre un quinto y una vigésima de segundo, dependiendo de a quién le preguntes y de cómo lo midas; este último podría durar de dos a cuatro segundos, o de cuatro a siete

segundos, o no más de cinco. Al menos un grupo de científicos cognitivos ha propuesto la existencia de un cuanto de tiempo, «un límite inferior absoluto de resolución temporal», que cifran aproximadamente en 4,5 milisegundos.

Cuando James publicó sus *Principios de psicología* en 1890, el tamaño del ahora estaba básicamente establecido a su juicio. «Somos constantemente conscientes de una cierta duración, el presente espacioso, que varía desde unos pocos segundos hasta probablemente no más de un minuto», escribía. Las investigaciones adicionales (consistentes en seguir «matando de hambre y acosando») eran poco dignas: «Poco queda del gran estilo en estos nuevos filósofos del prisma, el péndulo y el cronógrafo. Persiguen el negocio, no la caballeridad». James consideraba la nueva fase de la investigación alemana como «una psicología microscópica» que «pone a prueba la paciencia y solo podía haber surgido en un país cuyos habitantes estuvieran aburridos». Uno podía dedicar su tiempo a cosas más interesantes que a matarlo a picotazos.

Con independencia de lo que estos experimentos revelasen sobre nuestro «sentido del tiempo», atestiguaban la creciente precisión de los cronómetros. Los científicos llevaban mucho tiempo intrigados con los «espíritus animales» o las «acciones nerviosas» que animaban los músculos y posibilitaban el movimiento, la cognición y la percepción del tiempo. Pero los impulsos nerviosos, como hoy se denominan, pueden llegar a viajar a ciento veinte metros por segundo o cuatrocientos kilómetros por hora, demasiado rápido para ser detectados por la tecnología del siglo XVIII. En lo que concernía a la ciencia, una acción seguía instantáneamente al pensamiento que la provocaba. Pero, en el siglo XIX, los avances en la medición temporal (relojes de péndulo, cronoscopios, cronógrafos, quimógrafos y otros dispositivos inspirados en buena medida en la astronomía) proporcionaban acceso a nuevas escalas temporales: décimas, centésimas e incluso milésimas de segundo. Los instrumentos diseñados para investigar el cosmos se aplicaban al estudio de la fisiología y abrían una ventana del tiempo lo bastante grande como para revelar el inconsciente.

Hasta fechas relativamente recientes, con la adopción del tiempo atómico y un tiempo universal estándar tan avanzado que ha de difundirse mediante un boletín, la hora de nuestros relojes nos llegaba por medio de los observatorios astronómicos, que lo deducían de las estrellas. Imagínate una línea que pasa por encima y conecta el norte y el sur; dondequiera que estés, el sol cruzará esa línea, el meridiano celeste,

cada día exactamente a tu mediodía. (El mediodía solar se define como el momento en el que esto sucede.) Por la noche las estrellas cruzan o atraviesan el meridiano a horas igualmente precisas; los astrónomos llegaron a rastrear de cerca estos tránsitos estelares. Se podía ajustar el reloj en función de ellos, y así lo hacían los relojeros y los dueños de los relojes, primero molestando directamente al astrónomo local y más adelante suscribiéndose a alguna forma de «servicio del tiempo» aprobado por un observatorio. En 1858 se construyó un observatorio en Neuchâtel, Suiza, con la finalidad expresa de ofrecer la hora precisa a la industria relojera. «Se distribuirá la hora a los hogares, como el agua o el gas», alardeaba Adolph Hirsch, fundador y astrónomo jefe del observatorio. Los fabricantes locales podían llevar sus relojes al observatorio con el fin de probarlos, calibrarlos y certificarlos oficialmente. Los relojeros de más lejos recibían una señal horaria diaria por telégrafo. En 1860 todas las oficinas de telégrafos suizas recibían su hora desde Neuchâtel, estableciendo de este modo lo que Henning Schmidgen, historiador y profesor de teoría de los medios de comunicación de la Universidad Bauhaus de Weimar, ha definido como «un vasto paisaje de tiempo estándar».

Huelga decir que no es exactamente mediodía, ni cualquier hora particular, en todos los lugares de la Tierra simultáneamente. Nuestro mundo gira, de forma que el sol no brilla sobre todos nosotros a la vez; mediodía en Nueva York es medianoche en Hong Kong. A medida que viajas hacia el este, el amanecer y el atardecer (y el mediodía) ocurren ligeramente antes con respecto a tu punto de partida, y suceden más tarde conforme viajas hacia el oeste. Cada quince grados de longitud este u oeste (de los trescientos sesenta grados totales), el mediodía ocurre una hora antes o después respectivamente. Con un telescopio y un reloj puedes planificar el mundo. Supongamos que eres un astrónomo del Observatorio de Greenwich, situado a 0° de longitud; si conoces la hora a la que una estrella determinada atraviesa tu meridiano, puedes predecir con exactitud el momento en el que atravesará el meridiano, pongamos por caso, a 35° de longitud oeste, a mitad del Atlántico. Ahora sitúate en cambio en ese barco y, con tu telescopio y un reloj, determina el momento exacto en que la misma estrella cruzará tu meridiano. Si conoces también la hora exacta a la que esa misma estrella atraviesa el meridiano en Greenwich, puedes calcular tu longitud a partir de la diferencia en las horas de tránsito. Este método de cálculo fue fundamental para las exploraciones británicas en los siglos XVI y XVII. Impulsó la invención de precisos relojes aptos para la navegación y estimuló la construcción, en

1675, del Observatorio Real de Greenwich, el primer observatorio construido para proporcionar un punto de referencia sólido con respecto al cual los barcos lejanos pudieran fijar su paradero.

El proceso de establecimiento de la hora local a partir del tránsito estelar era laborioso. Cuando se aproximaba el momento señalado, el astrónomo observaba el reloj, anotaba la hora al segundo más próximo y acto seguido miraba por su telescopio. Su campo de visión estaba atravesado por una serie de líneas verticales espaciadas de forma equitativa, que a menudo se marcaban en el telescopio con hilo de araña. Pronto se hacía visible la estrella, un punto brillante de luz plateada en un halo de color. Mientras el astrónomo contaba en alto los segundos o escuchaba el reloj, o a veces un metrónomo que marcaba los segundos, anotaba exactamente cuándo atravesaba la estrella cada línea, especialmente la del medio, que representaba el meridiano. En términos visuales, esto implicaba fijar la ubicación de la estrella en la pulsación justo antes de cruzar la línea y en la pulsación justo después, recordar ambas posiciones, compararlas y expresar la diferencia —el momento exacto del tránsito—, todo ello en décimas de segundo. Los tiempos de tránsito podían compararse a lo largo de los días o las semanas. Dado que la estrella siempre era puntual, cualquier desviación de su horario esperado era imputable sin duda al reloj, que se reajustaba en consecuencia.

Supuestamente, la técnica tenía una precisión de dos décimas de segundo, pero estaba llena de errores. Los telescopios diferían en claridad de un observatorio al siguiente, y no todo reloj de observatorio latía a un ritmo tan constante como el siguiente o estaba tan aislado del ruido y la vibración exteriores. Una estrella podía ser inusualmente brillante o tenue, podía temblar en las corrientes de aire ocultas, podía desvanecerse bajo una nube en el momento crítico. Más insidioso era un tipo de error humano que dio en llamarse en astronomía la «ecuación personal». En 1795, el astrónomo real de Greenwich anotó que había despedido a su ayudante porque los tiempos de tránsito estelar de aquel hombre eran sistemáticamente un segundo más lentos que los que él mismo registraba: «Cayó en algún método propio, irregular y confuso». No obstante, pronto se hizo evidente que no había dos observadores que registrasen con precisión el mismo tiempo de tránsito; todos tenían una ecuación personal. Durante los cincuenta años siguientes, los astrónomos de toda Europa medían y comparaban sus errores en un esfuerzo infructuoso por eliminarlos.

La culpa era de la fisiología humana: se trataba de «una característica desafortunada del sistema nervioso de los astrónomos», concluyó Hirsch en 1862. Una década antes, los experimentos del físico y fisiólogo alemán Hermann von Helmholtz habían revelado que la percepción, el pensamiento y la acción no son instantáneos después de todo; la velocidad del pensamiento humano es finita. Al aplicar una débil descarga eléctrica a diferentes partes del cuerpo de un voluntario, podía medir cuánto tardaba el sujeto en responder al estímulo, lo que este hacía moviendo la cabeza. Los tiempos de respuesta variaban considerablemente, pero Helmholtz calculó en líneas generales que las señales nerviosas humanas viajan a unos veintisiete metros por segundo, mucho más despacio de los 14,5 millones de kilómetros por hora calculados por algunos investigadores. Helmholtz comparaba los nervios humanos con los cables telegráficos que «envían informaciones desde las fronteras más remotas de un Estado hasta el centro dirigente». Esta transmisión lleva su tiempo: tiempo para cobrar conciencia de un estímulo, tiempo para efectuar una respuesta y, entre ambos, el tiempo requerido «por el cerebro para los procesos de percepción y volición», escribía Helmholtz. Estimaba que el paso de la percepción y la volición duraba una décima de segundo.

El astrónomo Hirsch se refería a este intervalo como «tiempo fisiológico» y sospechaba que era el responsable de la ecuación personal. Llevó a cabo una serie de experimentos para aclarar el asunto. En uno de ellos, una bola de acero caía ruidosamente sobre una tabla; al oír el ruido, el sujeto del experimento presionaba un pulsador telegráfico. Hirsch medía el tiempo entre el ruido y la pulsación con un cronoscopio, un dispositivo capaz de medir intervalos de tiempo con una precisión de milésimas de segundo, y concluyó que la velocidad nerviosa era aproximadamente la mitad de la que había calculado Helmholtz. El cronoscopio había sido inventado unos años antes por Matthias Hipp, un relojero que más tarde llegaría a ser uno de los voluntarios en las investigaciones de Hirsch, con el fin de medir la velocidad de los perdigones y la caída de los objetos. Hipp llegó a ser el director del servicio telegráfico suizo; en 1860 se retiró para crear su propia compañía telegráfica en Neuchâtel, en parte para suministrar equipamiento a la nueva empresa de transmisión del tiempo de Hirsch. Este llevó a cabo experimentos con un artilugio que mostraba estrellas artificiales atravesando las líneas de un telescopio meridiano. Descubrió que la ecuación personal no solo variaba de una persona a otra. Variaba de una observación a otra, en el transcurso del día y a lo largo del año; variaba en función

del brillo de la estrella y la dirección en la que se movía. Si registrabas el tiempo de tránsito anticipando cuándo cruzaría la línea meridiana, en lugar de esperar a que efectivamente la hubiera atravesado, eso alteraría también la ecuación personal.

Los astrónomos aprendieron pronto a eliminar la ecuación personal despersonalizando el proceso de observación astronómica. El método del ojo y el oído fue reemplazado por el electrocronógrafo, un tambor rotatorio de papel conectado directamente con el reloj. El astrónomo advertía un tránsito estelar, pulsaba una tecla y marcaba el papel, eliminando la necesidad de observar o de pensar en el reloj y, con ella, la demora del tiempo exclusivamente personal. Ahora dos astrónomos podían comparar sus errores objetivamente con el mismo reloj. Sentados a miles de kilómetros de distancia en observatorios diferentes, podían registrar simultáneamente el mismo tránsito estelar utilizando la hora de un único reloj compartida por vía telegráfica (después de eliminar el tiempo de la transmisión telegráfica) y calcular sus diferencias.

Pero la ecuación personal había dejado su huella; el estudio del tiempo se había propagado de la astronomía a la fisiología y la psicología. El artículo de Hirsch de 1862, con su referencia al «tiempo fisiológico», se tradujo del alemán y alcanzó mayor difusión entre los científicos. Su diseño experimental para el estudio de los astrónomos sirvió de modelo para algunos de los experimentos subsiguientes de Wilhelm Wundt sobre el lapso temporal de la conciencia. Creció el interés en el estudio de los tiempos de respuesta. En 1926 y 1927, Bernice Graves, un entrenador de fútbol americano que estaba haciendo un máster de psicología en Stanford, realizó un estudio de los tiempos de reacción de los futbolistas de Stanford bajo la dirección del psicólogo Walter Miles y de Glenn «Pop» Warner, el entrenador del equipo. Esencial para esta tarea fue un artilugio que había inventado Miles, pero que le habría resultado familiar a Hirsch. Miles lo bautizó como «cronógrafo múltiple» y podía conectarse a siete linieros simultáneamente para medir su velocidad de ataque desde la línea tras la señal del *quarterback* o mariscal de campo para entregar el balón. Por entonces se debatía intensamente qué método de señalización era mejor. Una señal audible (en la que el *quarterback* grita una serie de números detallando la jugada a sus compañeros de equipo, seguida por la exclamación «*Hike!*») era claramente superior a una visual, ya que los linieros ofensivos podían mantener la vista puesta en los defensores alineados frente a ellos. Pero ¿deberían los linieros ser sorprendidos por el «*hike*» o, como parte del código audible, deberían ser advertidos de que este se

avicinaba? ¿Debería ser uniforme o variada la cadencia de la señal? Graves probó todas las variables con el dispositivo temporal de Miles. En la posición con una mano en el suelo (*three-point stance*), cada liniero apoyaba la cabeza contra un disparador; a la señal, el liniero se movía, con lo que se disparaba una pelota de golf, que caía dejando una marca en un tambor rotatorio de papel. El tiempo de reacción podía medirse en milésimas de segundo. Graves descubrió que los jugadores se movían desde la línea de manera más uniforme cuando la señal era inesperada y arrítmica. Pero cuando la señal era anticipada y rítmica, los jugadores atacaban con más velocidad, hasta una décima de segundo antes, aproximadamente el tiempo que requiere una persona para pensar. «La unidad de acción rápida y precisa es el objetivo hacia el que trabaja el entrenador y se entrenan los hombres —comentaba Miles—. El esfuerzo consiste en convertir los once sistemas nerviosos individuales en una máquina poderosa y bien integrada.»

Caminando un día de regreso a mi oficina tras el almuerzo, alzo la mirada hacia un reloj situado en un pedestal elevado fuera del banco. Se asemeja un poco a una gigantesca brújula de barco, y de repente caigo en la cuenta de los silenciosos esfuerzos del reloj para orientarme de más de una forma.

De hecho, este reloj (o el reloj de mi teléfono móvil, o el de mi mesilla de noche, o el reloj de pulsera que a veces llevo) tiene varias cosas que decirme sobre el tiempo. En su nivel más básico, un reloj es un temporizador; me sitúa con respecto a hace un rato y dentro de un rato. «Si saco mi reloj —comentaba el filósofo Martin Heidegger—, lo primero que digo es: “Ahora son las nueve; hace treinta minutos que ocurrió aquello. Dentro de tres horas serán las doce”.» En otras palabras, el reloj orienta con respecto al pasado y al futuro; su objetivo, como dice Heidegger, «es determinar la fijación específica del ahora», siendo el *ahora* un blanco en constante movimiento.

Pero, por sí sola, esa información solo posee una utilidad marginal; mi *ahora* es un barco a la deriva a menos que se refiera a hitos establecidos. Uno de estos hitos es el sol: un reloj me dice dónde estoy en el día. El reloj de la mesilla de noche que indica las dos de la tarde, cuando veo claramente que es plena noche, está haciendo algo realmente mal; no está sintonizado con la rotación de la Tierra. Además, implícitamente el reloj me dice dónde (o más bien cuándo) me encuentro en relación con otros relojes distintos del que estoy viendo en ese momento. Si el reloj del banco marca las dos de la tarde cuando lo paso de camino para coger un tren a las dos y

cuarto, no me gustaría llegar a la estación en cinco minutos y descubrir que el reloj marca, por ejemplo, las dos y media y que he perdido mi tren. Esperamos que nuestros relojes estén sincronizados entre sí, así como con el día planetario en general. Mi ahora debería ser tu ahora, incluso si estás en el otro extremo del mundo.

Esta expectativa está arraigada en la vida digital moderna, pero no siempre lo ha estado. En el siglo XIX, Europa, los Estados Unidos y el resto del mundo se afanaban por superar lo que el historiador Peter Galison ha denominado «el caos del tiempo descoordinado». La astronomía hacía posible que cualquier localidad contase con un reloj preciso si así lo deseaba. Pero un reloj local solo bastaba mientras nadie saliese de allí. A medida que los ferrocarriles se extendían y ofrecían un movimiento más rápido en distancias más largas, los viajeros descubrían que la hora de una ciudad rara vez coincidía exactamente con la hora de otra. En 1866, cuando era mediodía en Washington D. C., la hora local oficial en Savannah era las 11:43; en Búfalo, las 11:52; en Rochester, las 11:58; en Filadelfia, las 12:07; en Nueva York, las 12:12, y en Boston, las 12:24. Había más de dos docenas de horas locales distintas solo en el estado de Illinois. En 1882, cuando William James navegó hasta Europa para reunirse con psicólogos destacados y tratar de hacer progresos en su libro, dejó atrás una nación donde había entre sesenta y cien horas estándar locales.

Por motivos de conveniencia, para simplificar los horarios ferroviarios y para evitar los choques de trenes, surgió un esfuerzo para coordinar los relojes de las distintas ciudades utilizando el telégrafo para intercambiar señales horarias. La simultaneidad se convirtió en una mercancía distribuida; el paisaje del tiempo pasó de ser un terreno minuciosamente granulado a tramos extensos y más regulares del ahora. James regresó a los Estados Unidos en la primavera de 1883; más tarde en ese mismo año, exactamente a mediodía del domingo 18 de noviembre, el Gobierno redujo oficialmente las docenas de zonas horarias de la nación a tan solo cuatro. El acontecimiento dio en llamarse «el día de los dos mediodías», ya que requirió que la mitad de la población de cada nueva zona retrasara ligeramente su reloj y experimentara una vez más el mediodía. «Quienes residen en la mitad oriental de la zona están viviendo de nuevo, por así decirlo, un poco de sus vidas, pero quienes residen en el otro lado son arrojados al futuro, algunos de ellos hasta media hora», comentaba el *New York Herald*.

Con el cambio de siglo, con un esfuerzo político tremendo, se logró que los sistemas de registro de tiempo del mundo se coordinaran entre sí. Se trazaron líneas

invisibles y se establecieron en el globo veinticuatro husos horarios uniformemente espaciados. El *ahora* quedó fijado específicamente para toda la Tierra. El matemático francés Henri Poincaré, una voz destacada del movimiento, observó que el tiempo no es más que «una convención». En francés, escribe Galison, *convention* tiene dos significados: un consenso o reunión de opiniones y una conveniencia o comodidad. El ahora es lo que todos acordemos que sea con el fin de facilitar nuestras vidas compartidas.

Se trataba de un concepto novedoso. Desde el siglo XVII, los físicos habían seguido mayoritariamente la creencia de Isaac Newton de que el tiempo y el espacio son «entidades continuas, homogéneas e infinitas, completamente independientes de cualquier objeto sensible o movimiento mediante el cual tratemos de medirlos». Newton añadía: «El tiempo absoluto, verdadero y matemático, por sí mismo y por su propia naturaleza, fluye uniformemente con independencia de cualquier cosa externa». El tiempo era inherente a la estructura del universo, un escenario en sí mismo. En el siglo XX, el tiempo se tornó estrictamente cotidiano; solo existe en la medición. Einstein lo expresó de forma categórica: el tiempo no es ni más ni menos que «aquello que medimos con un reloj».

Así pues, cuando me despierto por la noche y rehúso mirar el reloj de mi mesilla, estoy participando en una forma de protesta. El mundo del tiempo es social por definición, un acuerdo común mediante el cual las personas y las naciones navegan por sus problemas y necesidades. Mi reloj me ofrece la posibilidad de revelarme el *ahora*, de fijarlo específicamente con cifras, pero solo si firmo la convención universal. En medio de la noche, o a la hora que sea, quiero que mi tiempo sea mío y solo mío.

Soy consciente de que se trata de una ilusión. Todo cuerpo viviente (mi propio cuerpo, el cuerpo de una nebulosa medusa de aguas profundas o la placa microbiana que crece en mis dientes mientras duermo) es una organización de partes: células, cilios, citoesqueletos, órganos y orgánulos, hasta llegar a los fragmentos heredables de información genética, que posibilitan que ciertos aspectos de todo individuo persistan a lo largo de los tiempos. Estar organizado es comunicarse: disponer qué parte hace qué, cuándo y en qué orden. El tiempo es la conversación a través de la cual nuestras partes crean un todo mayor que su suma. Puedo ignorar esta cháchara en medio de la noche y andar a la deriva en solitario durante un rato, pero solo mientras no insista demasiado en definir el «yo».

La industrialización de finales del siglo XIX suele caracterizarse como un período de deshumanización: el trabajo se tornó progresivamente repetitivo y mecánico, los trabajadores se convirtieron en unas piezas más de la maquinaria. Pero conforme se acercaba el siglo XX, la ciudad en su conjunto experimentó una transformación de signo opuesto, adoptando las características de un cuerpo vivo. Sus límites se ampliaban, su masa se engrosaba con nuevos residentes; las redes de tuberías y cables crecían para satisfacer la demanda. «La gran ciudad se asemeja cada vez más a un organismo perfecto, dotado de su sistema nervioso..., sus vasos sanguíneos, sus arterias y venas, que distribuyen gas y agua vital de un extremo al otro —explicaba un texto escolar berlinés en 1873—. Solo cuando se levantan las calles por obras se perciben estos espíritus ocultos, que irradian su misteriosa efectividad mucho más abajo.»

Mientras tanto, el estudio de los organismos vivos devino más técnico. Para entender el funcionamiento de lo que el fisiólogo alemán Emil du Bois-Reymond llamaba la «máquina animal» (la respiración, los movimientos musculares, las señales nerviosas, el flujo de sangre y linfa, los latidos del corazón) se necesitaban mecanismos: poleas de correa, motores rotativos, potencia de gas. Un laboratorio, ayudado por dos motores instalados en el sótano, estudiaba «las perturbaciones que tienen lugar en los animales, principalmente ranas y perros, como resultado de la rotación». Se diseccionaban gatos y conejos vivos para deducir el funcionamiento de sus órganos; se requería un fuelle para mantener la respiración del animal. Pero bombear el fuelle era un trabajo duro para un asistente humano, de modo que hacia la década de 1870 se había encomendado esa tarea a las bombas mecánicas, que permitían que el animal respirase de manera uniforme y precisa, como un mecanismo de relojería. En esta fábrica fisiológica, ha observado el historiador Sven Dierig, «se creó y se utilizó para fines científicos el primer organismo vivo que era en parte máquina y en parte animal». La sincronización precisa lo había hecho posible.

Era la era dorada de los autómatas: hombres mecánicos, animados por intrincados mecanismos de relojería internos, capaces de tirar de un carro, recitar el alfabeto, hacer un dibujo o escribir un nombre. Para Karl Marx, las propias fábricas eran autómatas: «Tenemos aquí, en el lugar de la máquina aislada, un monstruo mecánico cuyo cuerpo llena fábricas enteras, y cuyo poder demoníaco, en un principio velado bajo los movimientos lentos y medidos de sus gigantescas extremidades, estalla

finalmente en el vertiginoso torbellino de sus incontables órganos en funcionamiento». La combinación de metáforas no hacía más que acrecentar el misterio: ¿qué es lo que distingue exactamente a los humanos de los mecanismos de relojería, una mente de un cuerpo en movimiento? ¿Cómo da lugar a la conciencia el mecanismo viviente? ¿Y dónde yace oculto ese algo evanescente, nuestro homúnculo interior, el alma, el espíritu bajo la calle? «Aunque sea sumamente improbable, y siga siendo por siempre un vano deseo armar el Homúnculo, los científicos ya han dado ciertos pasos importantes en esa dirección», observaba Wilhelm Wundt en 1862. El año anterior, un anatomista francés llamado Paul Broca había descubierto que un área del córtex en el lóbulo frontal izquierdo del cerebro es esencial para el lenguaje y la memoria humanos. Thomas Edison estaba fascinado por este hallazgo. «Ochenta y dos operaciones extraordinarias del cerebro han revelado definitivamente que el meollo de nuestra personalidad reside en esa parte del cerebro conocida como el área de Broca —decía en 1922—. Todo lo que llamamos memoria sucede en una pequeña franja de no mucho más de un cuarto de pulgada de longitud. Ahí es donde residen los hombrecitos que conservan los registros para nosotros.»

La fabricación y el estudio del tiempo también se estaban industrializando. En 1811 el Observatorio de Greenwich tenía un único empleado, el astrónomo real. En 1900 había cincuenta y tres personas en plantilla, la mitad de las cuales se dedicaban exclusivamente a realizar cálculos; estos empleados se llamaban «computadores». En los nuevos laboratorios de psicología se empleaban telégrafos, cronógrafos, cronoscopios y otros dispositivos de cronometraje de alta precisión para medir los tiempos de reacción y las percepciones temporales. Y tanto los astrónomos como los psicólogos se quejaban del estrépito: el estruendo de la maquinaria, el ruido del tráfico, el ruido y las vibraciones del exterior que se filtraban, sacudían, traqueteaban, distraían y perturbaban.

Con frecuencia los ruidos más fuertes provenían de los propios laboratorios. Por aquel entonces los psicólogos reconocían que los cálculos de sus sujetos de una duración (cuánto parece durar un repique de campanas, por ejemplo) variaban con la atención. La concentración era crucial, pero los clics y los pitidos de los aparatos de cronometraje empleados para los estudios podían distraer tanto a los sujetos como el ruido de fuera. «Oigo el sonido del cronoscopio —se quejaba un voluntario en una investigación—. No puedo librarme de él.» Los científicos luchaban por escapar de sí mismos. Fabricaban instrumentos más silenciosos y creaban entornos más

silenciosos; situaban a los sujetos en una sala separada del equipo experimental y conectados con el investigador mediante líneas telegráficas y telefónicas. El laboratorio del tiempo, repleto de cables y alambres, se asemejaba cada vez más a la ciudad de la que trataba de escapar y a las redes cerebrales que intentaba descifrar. En nuestros días hablamos con naturalidad de que el cerebro envía «señales» que los nervios «transmiten». Esa metáfora se incorporó a la fisiología en el siglo XIX y provenía directamente de la industria telegráfica.

Finalmente, y acaso de forma inexorable, se diseñó la cabina de aislamiento. El psicólogo de Yale Edward Wheeler Scripture ofreció una guía para su construcción: una habitación dentro de una habitación en medio del edificio, con paredes herméticas de ladrillo sobre soportes de caucho y con serrín llenando el espacio entre las paredes. Se entra por puertas pesadas. «La habitación debería estar amueblada e iluminada exactamente como una habitación confortable por la noche. Todos los cables y aparatos deberían estar escondidos. A la persona que entre debería parecerle una sala de visitas. Ha de creer que está solo de visita.»

Imagínate a una persona en una cabina telefónica sin ventanas con las luces apagadas, un observador en la oscuridad y en absoluto silencio. O casi; persiste un último ruido que no hay modo de eliminar. «Por desgracia, hemos dejado que entre una triste fuente de perturbación, a saber, la persona misma», se lamenta. Describe su propia experiencia: «Mis ropas crujen, rozan y susurran con cada respiración; los músculos de mis mejillas y mis párpados retumban; si se me ocurre mover los dientes, el ruido parece tremendo. Oigo un estruendo terrible en mi cabeza; por supuesto, sé que es meramente el ruido de la sangre que fluye a toda prisa por las arterias de los oídos, pero puedo imaginarme fácilmente que poseo un anticuado mecanismo de relojería y que, cuando pienso, puedo oír los giros de sus ruedas.»

Lo que acaba de ocurrir

Son las cinco y veintiocho de la madrugada del miércoles 18 de abril de 1906, y William James está completamente despierto, como de costumbre. James vive en Palo Alto y da clases en Stanford durante un semestre. «Era una vida sencilla — escribe en mayo a su amigo John Jay Chapman—. Por una vez me alegro de haber formado parte de la máquina de trabajo de California.»

De repente su cama comienza a temblar violentamente. James se sienta e inmediatamente queda tendido y conmocionado «exactamente como un terrier sacude a una rata», recordará más tarde en otra carta. Se trata de un terremoto. James siente curiosidad por los terremotos y aquí tiene uno ahora; se siente casi mareado. Pero apenas hay tiempo para eso. El buró y la cómoda caen, las paredes de yeso se agrietan, «un estruendo terrible» invade el aire, comenta. Y luego, en un instante, todo vuelve a estar en calma.

James ha salido ileso. El terremoto ha sido «una experiencia memorable que nos ha abierto la mente», le dice a Chapman. Recuerda la experiencia de un estudiante de Stanford que estaba durmiendo en el cuarto piso de una residencia cuando lo despertó la sacudida del terremoto. Al levantarse, los libros y los muebles cayeron al suelo y fue derribado. Entonces se derrumbó la chimenea en el centro del edificio, y los libros, los muebles y el estudiante fueron arrastrados con ella por una recortada madriguera. James escribe: «Con un estruendo terrible, siniestro y agobiante, todo se desplomó, y con las chimeneas, las vigas del suelo, las paredes y todo lo demás, descendió atravesando los tres pisos inferiores del edificio hasta el sótano. “Este es mi final, esta es mi muerte”, sintió; pero ni rastro de temor en todo ese tiempo».

Estoy cayendo, eso lo sé. El cielo, cuando reparé en él por última vez, era una extensión azul incomparable. Ahora se torna algo más grande y más distante conforme me alejo de él y voy cayendo de espaldas hacia la tierra.

Sé también, porque lo calculé de antemano, que una caída libre desde una altura de treinta metros (en mi caso, desde la atracción llamada Nothin' but Net del parque de atracciones Zero Gravity Thrill de Dallas) durará menos de tres segundos. No sé dónde estoy en ese lapso de tiempo, solo que mi caída ha comenzado y aún no se ha completado.

Con frecuencia se dice que el tiempo se ralentiza durante los momentos de trauma y estrés extremo. Un amigo tiene un accidente de moto y años después recuerda vívidamente los momentos dilatados: su mano extendida para frenar la caída, un camión que derrapa hasta detenerse a escasos centímetros de su cabeza. A un hombre se le cala el coche en la vía de un tren que se aproxima y, con una claridad de pensamiento y acción que lo deja atónito a él mismo, se percata de que dispone del tiempo justo antes de la colisión para arrastrar a su hija hasta el asiento delantero y protegerla con su cuerpo. Los voluntarios de una investigación que ven un vídeo estresante de un atraco a un banco cuentan que el suceso dura más tiempo del que duró en realidad. Los paracaidistas novatos sobrestiman la duración de sus primeros saltos aproximadamente en correlación con su nivel de temor.

Ahora estoy aquí, cayendo a través del presente, para ver si el tiempo también se ralentiza para mí. ¿Puedo realizar más cosas durante este presente dilatado, reaccionar con más rapidez, percibir mi entorno con mayor detalle? ¿Cómo puede uno empezar siquiera a estudiar tal cosa? Los científicos que intentan resolver estas cuestiones se enfrentan inevitablemente a un enigma: ¿Cuándo debería ser estudiado este ahora supuestamente expandido? ¿Justo ahora, en el instante tal vez inaccesiblemente breve en que sucede? ¿O acaso después, cuando se vuelve difícil distinguir lo que ocurrió en realidad del recuerdo poco fiable de ello? No podemos aventurarnos demasiado a pensar en el tiempo sin tropezar con una de las preguntas más profundas de la literatura sobre el tema: ¿cuánto dura el presente y dónde se encuentra la mente humana con respecto a él? Como dijera en cierta ocasión el historiador de la psicología Edward G. Boring (cuya obra es, de hecho, bastante convincente): «¿En qué momento del tiempo se percibe un tiempo?». Por supuesto, Agustín tenía una respuesta: «Solo podemos aspirar a medirlo mientras pasa, porque una vez que haya pasado... no existirá para ser medido».

Esto me lleva hasta el ahora o al momento en el que estemos. Ciertos estudios psicológicos han concluido que lo que denominamos «el presente» está enmarcado por un abrir y cerrar de ojos, con lo que duraría en torno a tres segundos. Yo dudo de

que mis ojos sean una medida fiable. Pueden parpadear rápidamente; pueden no parpadear en absoluto; ¿quién advierte en la mayoría de los casos ese tipo de cosas? El viento debe de estar silbando en mis oídos también mientras caigo, pero no puedo oírlo. Tres segundos apenas parecerían tiempo suficiente para pensar en algo, y mi recuerdo posterior bien podría diferir de lo que siento en este preciso instante. Por el momento, todo lo que siento con certeza es que estoy cayendo a una velocidad cada vez mayor.

Cuando David Eagleman tenía ocho años, se cayó de un tejado. «Mi memoria de aquello es muy nítida —me contó—. Estaba ese papel alquitranado que colgaba sobre el borde, aunque por aquel entonces yo no conocía el nombre de “papel alquitranado”, y lo pisé creyendo que era el borde. A continuación estaba cayendo.»

Eagleman recuerda claramente la sensación de que el tiempo se ralentizaba durante su caída. «Tuve una serie de pensamientos inmóviles y claros, como: “Me pregunto si tengo tiempo de agarrarme de ese papel alquitranado” —contaba—. Pero de algún modo sabía que probablemente se rasgaría. Y entonces me di cuenta de que probablemente no tendría tiempo de alcanzarlo de todas maneras. Así que a continuación me estaba dirigiendo hacia el suelo de ladrillo y viendo cómo este venía hacia mí.»

Eagleman tuvo suerte; estuvo inconsciente durante unos instantes y solo se rompió la nariz. Pero quedó fascinado por la experiencia del tiempo ralentizado. «Durante mis años de adolescente y veinteañero, leí muchos libros de divulgación física sobre el tiempo y la contracción: *The Universe and Dr. Einstein* (*El universo y el doctor Einstein*) y obras de ese estilo. Me parecía interesante el hecho de que el tiempo no fuese algo constante.»

Eagleman es un neurocientífico de Stanford, donde estudia, entre otras cosas, la percepción del tiempo; es un nombramiento reciente, y anteriormente trabajó muchos años en la Escuela Universitaria de Medicina de Baylor, en Houston. Los investigadores que estudian el tiempo se dedican a diferentes especialidades. Unos se centran en los relojes circadianos, los ritmos biológicos de veinticuatro horas que gobiernan nuestros días. Otros estudian la «estimación temporal de intervalos», la capacidad cerebral de planear, calcular y tomar decisiones en intervalos de tiempo que duran desde un segundo aproximadamente hasta varios minutos. Un grupo mucho más reducido de científicos, entre los que se incluye Eagleman, estudia la base

neuronal del tiempo en milisegundos o milésimas de segundo. Pese a ser una ventana de tiempo aparentemente pequeña, los milisegundos gobiernan de hecho muchas de nuestras actividades humanas básicas, incluida nuestra capacidad de producir y entender un discurso, y apuntalan nuestro sentido intuitivo de la causalidad. Captar los instantes, y cómo los percibe y procesa el cerebro humano, equivale a captar las unidades fundamentales de la experiencia humana. Ahora bien, mientras que el funcionamiento del reloj circadiano ha sido descrito en detalle en las dos últimas décadas, los investigadores solo acaban de comenzar a discutir acerca del funcionamiento del «temporizador de intervalos» del cerebro, su ubicación en el cerebro y si cabe aplicar un modelo del reloj único. El reloj de estimación temporal en milisegundos, si es que existe tal cosa, es un enigma todavía mayor, en parte porque los instrumentos de la neurociencia han alcanzado solo recientemente la suficiente precisión para investigar la actividad de estimación temporal a una escala tan precisa.

Eagleman rebosa energía e ideas que atraviesan las fronteras académicas al uso. Cuando lo conocí, acababa de publicar una novela titulada *Sum*, y había comenzado a realizar una serie de experimentos aparentemente de poca monta, pero profundamente provocativos (incluida la atracción Nothin' but Net, de treinta metros de caída libre, del parque de atracciones Zero Gravity Thrill), con el fin de explorar cómo y por qué se ralentiza el tiempo. Desde entonces ha escrito cinco libros y ha presentado una serie de la televisión pública sobre el cerebro, ha sido objeto de reseñas de revistas, incluida una en *The New Yorker*, y ha dado una popular charla TED. Se trasladó al Área de la Bahía de San Francisco en parte para desarrollar dos proyectos empresariales: un chaleco para sordos que traduce las vibraciones sónicas a sensaciones táctiles, posibilitando que su portador oiga sonidos de una manera similar a la que el braille permite leer a la persona ciega, y una aplicación para *smartphone* y tableta que, mediante una serie de juegos cognitivos, ayuda a revelar si el usuario ha sufrido una conmoción cerebral.

Es la clase de actividad y atención que puede suscitar escepticismo y envidia profesional, especialmente por parte de los neurobiólogos, cuyas investigaciones se ocupan más directamente del *wetware* cerebral y no siempre proporcionan la misma claridad arrolladora ni el mismo entusiasmo que los científicos cognitivos son capaces de generar. «El trabajo de David me parece impresionante y divertido», me confesó un destacado investigador del tiempo. Pero los colegas de Eagleman

advirtieron asimismo que sus estudios han ejercido un impacto genuino en el campo. En cierta ocasión, cuando fui a visitar- lo a Baylor, había invitado a dar una charla a su departamento a Warren Meck, un neurobiólogo de la Universidad de Duke y la autoridad en la estimación temporal de intervalos. Meck, una figura discretamente intimidatoria con una sonrisa burlona, presentó su tema diciendo: «Yo soy la ola del pasado; soy el padre tiempo. David es la ola del futuro».

Eagleman creció en Albuquerque, Nuevo México, como David Egelman, el segundo hijo de un psiquiatra (su padre) y una profesora de biología (su madre). (*Egelman* se pronuncia como «Eagleman», pero tanta gente lo pronunciaba mal al verlo, o lo escribía mal al oírlo pronunciarlo correctamente, que acabó por cambiar su ortografía oficial.) En casa, las conversaciones sobre el cerebro eran «parte de la radiación de fondo», decía. Inició sus estudios universitarios en la Universidad de Rice con una doble especialidad en literatura y física espacial. Le fue bien, pero lo dejó al acabar su segundo curso, aburrido y desalentado. Estudió un semestre en Oxford y luego vivió un año en Los Ángeles, donde trabajó para productoras leyendo guiones y organizando espléndidas fiestas a las que no podía asistir legalmente por su corta edad. Regresó a Rice para terminar su grado en literatura, pero pronto empezó a pasarse el tiempo libre en la biblioteca leyendo todo lo que encontraba sobre el cerebro.

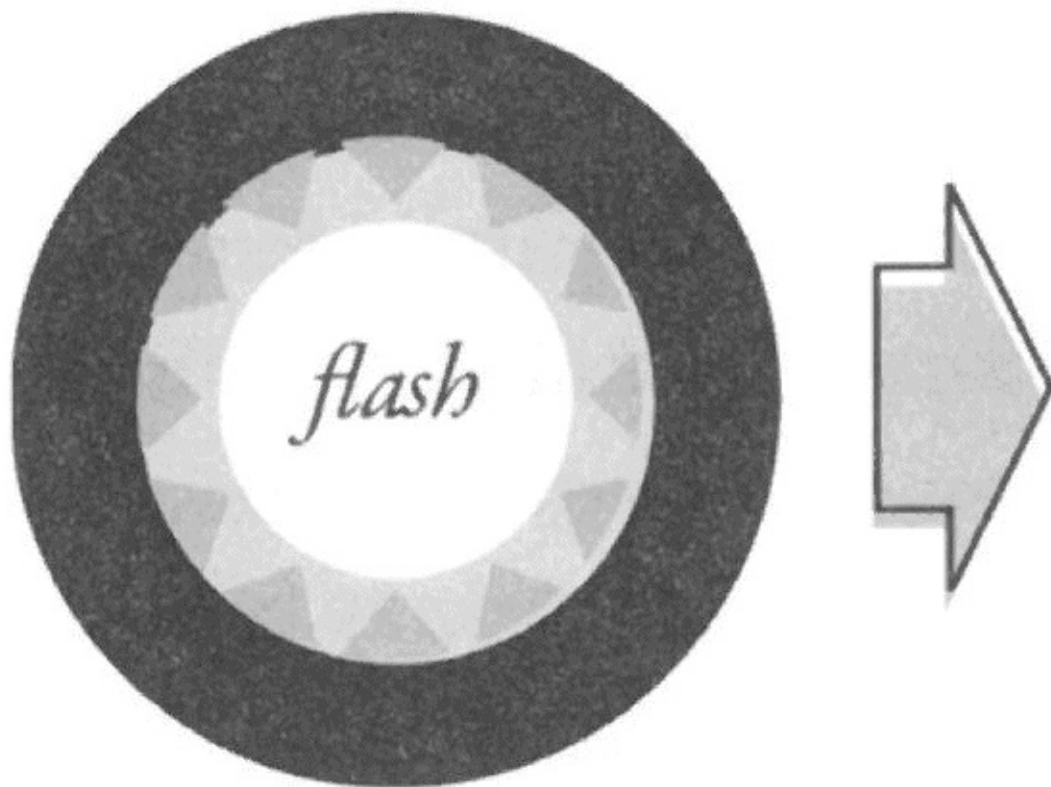
En su último año solicitó la admisión en la escuela de cine de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA). Un amigo le sugirió que considerara la posibilidad de dedicarse a la neurociencia, a pesar de que no había estudiado biología desde los quince o dieciséis años, de modo que solicitó la admisión en el programa de posgrado de neurociencia en Baylor. Destacó las asignaturas de matemáticas y física cursadas durante su grado y presentó un extenso trabajo que había escrito, basado en sus lecturas extracurriculares, que resumía sus teorías personales sobre el cerebro. («Mirando hacia atrás, resulta realmente embarazoso», me confesó.) Como plan alternativo, barajaba la posibilidad de hacerse auxiliar de vuelo, bajo la premisa de que «viajaría a diferentes países y escribiría novelas».

Fue semifinalista en UCLA, pero acabó en Baylor. Durante su primera semana en la escuela de posgrado tuvo sueños angustiosos, incluido uno en el que su consejero le decía que la carta de aceptación había sido un error e iba dirigida en su lugar a un tal David Engleman. Pero obtuvo buenos resultados en la escuela de posgrado y fue al Instituto Salk, en San Diego, para su investigación posdoctoral. No tardó mucho en

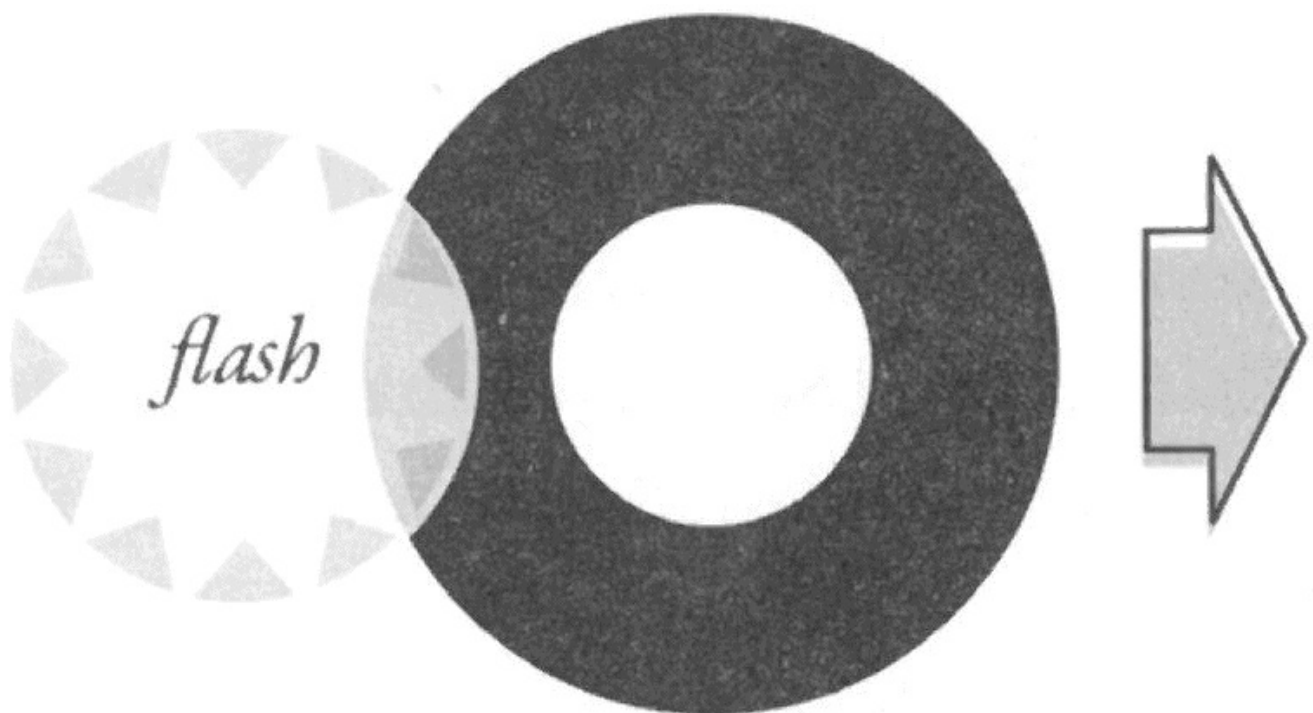
ser contratado en Baylor con fondos para dirigir un pequeño laboratorio: el Laboratorio de Percepción y Acción. Se trataba de uno de los varios laboratorios en un laberinto de pasillos, con espacio para varios cubículos para sus estudiantes de posgrado, una mesa de reuniones, una pequeña cocina y su propio despacho interior. Cuando le pregunté, describió su relación personal con el tiempo como «ambivalente». Me contó que con frecuencia incumple los plazos, escribe de pie y no le gusta dormir la siesta. «Si me quedo dormido accidentalmente durante treinta y cinco minutos —me dijo—, me despierto y pienso: “Nunca voy a recuperar esos treinta y cinco minutos”.»

Como estudiante posdoctoral, Eagleman trabajó en una extensa simulación informática de la interacción de las neuronas en el cerebro humano. La percepción del tiempo no apareció en su radar hasta que descubrió el efecto *flash lag* (retraso del destello), una de las ilusiones sensoriales menos conocidas, que atrae desde hace años el interés de psicólogos y científicos cognitivos. En su despacho me enseñó un ejemplar de *The Great Book of Optical Illusions* [El gran libro de las ilusiones ópticas] de Al Seckel, que describía centenares de ilusiones, incluida una de las más antiguas, el «efecto posmovimiento», designado a veces como *efecto cascada*. Observa una cascada durante un minuto aproximadamente y luego aparta la mirada; todo lo que verás ahora te parecerá que se mueve hacia arriba. «En física, el movimiento se define como un cambio de posición a lo largo del tiempo —explica Eagleman—. Pero no sucede así en el cerebro: puedes tener movimiento sin cambio de posición.»

A Eagleman le gustan las ilusiones. Con cada una de ellas es como si, mientras disfrutas el teatro de los sentidos, hubieras vislumbrado a un tramoyista girando los decorados; es un amable recordatorio de que nuestra experiencia consciente es un asunto fabricado y de que, con una fiabilidad maravillosa, el cerebro se las ingenia para mantener en marcha el espectáculo una noche tras otra. El efecto *flash lag* pertenece a la categoría relativamente pequeña de las ilusiones temporales. Puede presentarse de diferentes formas. En una de ellas, observas la pantalla de un ordenador mientras un anillo negro atraviesa tu campo de visión; en cierto momento de sus viajes (no importa que sean o no aleatorios), el interior del anillo destella de esta forma:



Salvo que eso no es lo que tú ves. En lugar de ello, e invariablemente, el destello y el anillo no se alinean. Ves el anillo como si se hubiera desplazado más allá del punto del destello, así:



El efecto es tan notorio y tan fácilmente reproducible que podrías pensar que el monitor del ordenador no funciona bien. Pero el efecto es totalmente real, una manifestación del modo peculiar en que el cerebro procesa la información. Y es

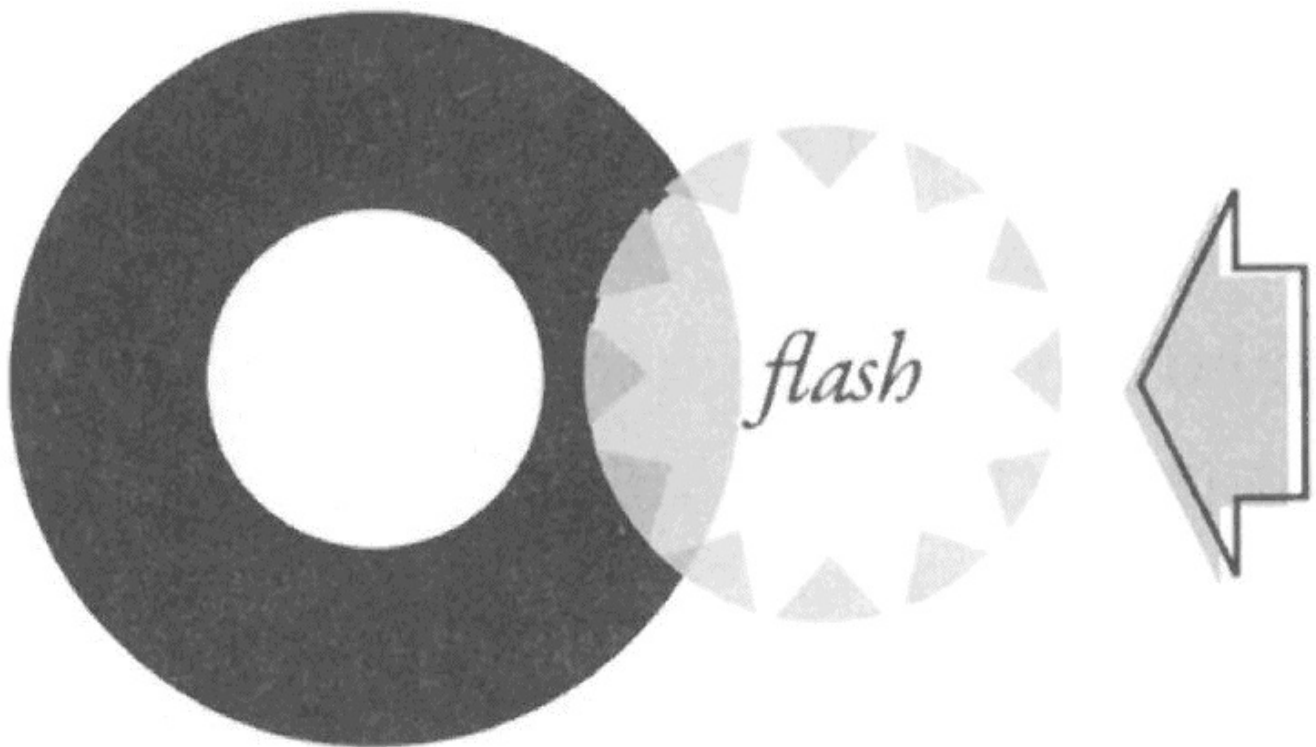
fundamentalmente desconcertante: si estás observando el anillo en el momento del destello, es decir, si el destello denota el «justo ahora», ¿cómo y por qué aparece el anillo *después* del justo ahora?

Una explicación común, propuesta en la década de 1990, es que tu sistema visual está prediciendo adónde se va a mover el anillo. Desde un punto de vista evolutivo, esto tiene su sentido. Una de las tareas esenciales del cerebro consiste en predecir lo que sucederá a tu alrededor en el futuro cercano: precisamente cuándo y dónde saltará el tigre; dónde situar el guante de béisbol para interceptar la bola bateada de aire. (El filósofo Daniel Dennett ha descrito el cerebro como una «máquina de anticipación».) Asimismo, prosigue el argumento, tu sistema visual traza la trayectoria y la velocidad del anillo móvil y, en el momento del destello —«justo ahora»—, pareces haber pillado a tu cerebro haciendo trampa: está anticipando justo antes del ahora (unos ochenta milisegundos antes, para ser exactos) y ofreciéndote una imagen del lugar que está a punto de ocupar el anillo.

Esta idea parecía lo bastante simple de comprobar, de modo que Eagleman lo hizo. «Yo creía que era cierta en lo que atañe a la predicción —decía—. Sentía curiosidad. Pero las cosas no salieron como yo esperaba.» En las pruebas ordinarias del *flash lag*, el anillo sigue un camino conocido. La hipótesis de la predicción parece sostenerse porque, basándose en la trayectoria del anillo antes del destello, el observador puede anticipar con precisión su posición posterior. Pero ¿qué sucedería si se violara esa expectativa?, se preguntaba Eagleman. ¿Y si justo después del destello el anillo cambiara su curso, girase en ángulo, diese marcha atrás o se detuviese por completo?

Diseñó una versión del experimento del *flash lag* que exploraba esas tres posibilidades. Presumiblemente, en el momento del destello, todavía debería verse el anillo ligeramente rebasado el punto del destello porque, basándote en su movimiento previo al destello, allí es donde predecirías que se dirigiese. De acuerdo con la explicación estándar, lo que importa es lo que sucede antes del destello; adónde se dirige después el anillo debería resultar irrelevante. Pero cuando Eagleman probó su experimento, tanto con él mismo como con los sujetos de prueba, ocurrió algo diferente. En todos los casos, los observadores veían el anillo posicionado en la nueva trayectoria (arriba, abajo, hacia atrás) y ligeramente separado del destello, aun cuando el cambio de dirección fuera aleatorio e inesperado. Los observadores parecían estar prediciendo el futuro expresamente impredecible con un cien por cien de exactitud. ¿Cómo era posible tal cosa?

En una variante del experimento, el anillo comenzaba su movimiento simultáneamente con el destello: no había movimiento previo al destello, ni el cerebro tenía forma alguna de anticipar hacia dónde se dirigiría. Los observadores seguían viendo el anillo ligeramente separado del destello a lo largo de la trayectoria real. En otra variante, el anillo se mueve de izquierda a derecha, se produce el destello, el anillo continúa moviéndose en la misma dirección y luego, unos milisegundos *después* del destello, invierte su dirección. Si la inversión ocurre hasta ochenta milisegundos después del destello, el observador ve el anillo (y el efecto *flash lag*) en la nueva trayectoria invertida, aproximadamente así:



Cualquier cambio de dirección, hasta ochenta milisegundos *tras* el destello, influye en lo que las personas creen ver en el momento del destello. El cambio de dirección inmediatamente después del destello causa el efecto más grande; cuanto más tiempo después del destello, menor el efecto. Parece que el cerebro continúa recopilando información sobre un suceso tal como un destello hasta ochenta milisegundos después de que se produzca el suceso; esta información se introduce en el análisis retrospectivo del cerebro de dónde y cuándo tuvo lugar el suceso. Eagleman decía: «Yo mismo estaba confundido hasta que caí en la cuenta de que había una explicación simple: no puede tratarse de predicción. Tiene que ser posdicción».

A diferencia de la predicción, la posdicción es retrospectiva. Básicamente, la ilusión del *flash lag* pregunta dónde está el observador en el tiempo. La hipótesis de

la predicción presume, de forma muy razonable, que como el destello se produce «justo ahora», debe de marcar el «ahora», el momento presente; por consiguiente, el anillo ligeramente desplazado debe de ser una visión anticipada del futuro, «justo por delante del ahora». En efecto, el observador se sitúa en el destello, mirando hacia adelante. Eagleman propone la idea inversa. Sin duda, el destello parece ocurrir «justo ahora», pero la única forma de ver el anillo con precisión *después* del ahora es haber llegado ya allí.

Así pues, resulta tentador interpretar que el anillo es el auténtico indicio del presente inmediato y considerar que el destello marca el «justo antes de ahora» o quizás incluso «el comienzo del ahora», un fantasma persistente del pasado inmediato. Pero el asunto es todavía más extraño, afirma Eagleman. Ni el anillo ni el destello marcan el presente; ambos son fantasmas del pasado cercano. El pensamiento consciente (por ejemplo, la determinación de cuándo es «justo ahora») va ligeramente a la zaga de nuestra experiencia física. Lo que llamamos realidad es como una de esas entregas de premios televisadas en directo, que lleva incorporado un breve retraso ante la eventualidad de que alguien maldiga. «El cerebro vive solo un poco en el pasado —dice Eagleman—. Recopila mucha información, espera y luego arma una historia. El ahora ocurrió en realidad hace un poco.»

Hablamos del «tiempo real» pero apenas sabemos lo que es. Supuestamente los programas televisivos en directo incorporan retrasos. Las conversaciones telefónicas ocultan el breve tiempo de demora que surge cuando las señales de comunicaciones atraviesan largas distancias, incluso a la velocidad de la luz. Los relojes más precisos del mundo solo pueden estar de acuerdo en cuándo es el ahora ubicándolo el mes próximo en alguna fecha convenida.

El cerebro humano se encuentra en la misma tesitura. En cualquier milisegundo dado, toda clase de información (vista, oído, tacto) llega a diferentes velocidades y pide ser procesada en el orden temporal correcto. Toca la mesa con el dedo. Técnicamente, dado que la luz es más veloz que el sonido, la visión del toque debería registrarse unos milisegundos antes que el sonido de este. Sin embargo, tu cerebro sincroniza ambas cosas para que parezcan simultáneas. La experiencia debería ser más pronunciada todavía cuando ves que alguien te habla desde el otro extremo de la sala; por fortuna, no sucede así o nuestros días discurrirían como una película mal doblada. Pero si ves a alguien botando un balón de baloncesto, pongamos por caso, o

cortando leña a más de unos treinta metros de distancia, y lo observas atentamente, el sonido y la acción estarán ligeramente desincronizados. A esa distancia, el desfase entre la vista y el sonido es lo bastante grande (en torno a ochenta milisegundos) como para que el cerebro ya no trate ambos *inputs* como simultáneos.

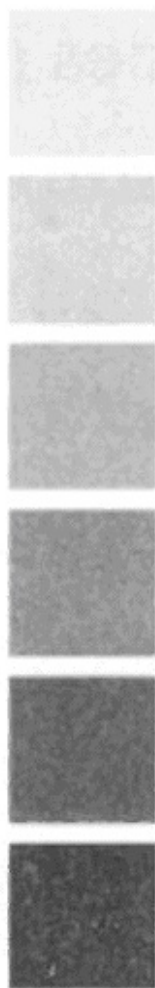
Este fenómeno, conocido como el problema del vínculo temporal, es un antiguo enigma para la ciencia cognitiva. ¿Cómo rastrea el cerebro los tiempos de llegada de los diferentes datos y cómo los reintegra para proporcionarnos una experiencia unificada? ¿Cómo sabe qué propiedades y sucesos se corresponden en el tiempo? Descartes argüía que la información sensorial converge en la glándula pineal, que él consideraba una especie de escenario o teatro de la conciencia; cuando los estímulos llegan a la glándula pineal, te vuelves consciente de ellos y diriges tu cuerpo para responder. Pocas personas se toman ya en serio la idea de un escenario central, pero su espectro pervive, para disgusto de filósofos como Dennett: «El propio cerebro es el cuartel general, el lugar donde reside el observador supremo —escribe Dennett—. Pero es un error creer que el cerebro posee algún cuartel general más profundo, algún santuario interior, la llegada al cual es condición necesaria o suficiente para la experiencia consciente».

Eagleman observa que nuestro cerebro está compuesto por muchas subregiones, cada una con su propia arquitectura y a veces su propia historia; es el mosaico resultante de la evolución a lo largo del tiempo. La información procedente de un único estímulo (las rayas brillantes y oscuras vislumbradas en un tigre, pongamos por caso) sigue sendas diferentes en el cerebro y sufre diferentes tiempos de retraso por el camino. La latencia neuronal (el tiempo entre el momento en que se produce un estímulo y la respuesta neuronal a este) varía considerablemente en función de la región cerebral y las condiciones ambientales. El tipo de información resulta asimismo relevante: las neuronas que ascienden desde la corteza visual, la principal unidad cerebral de procesamiento de la información visual, responden con más rapidez y con más fuerza a un destello brillante que a uno tenue. Imagínate una oleada de jinetes que se propagan desde una ciudad, que recurren a jinetes de otras localidades para que lleven un mensaje. Algunos de los jinetes cabalgan más rápido y otros más despacio. Lo que empieza siendo un estímulo único se disemina rápidamente con el tiempo por el cerebro.

«Tu cerebro está tratando de armar una historia de lo que acaba de suceder ahí fuera —explica Eagleman—. El problema es que estamos conectados a esta

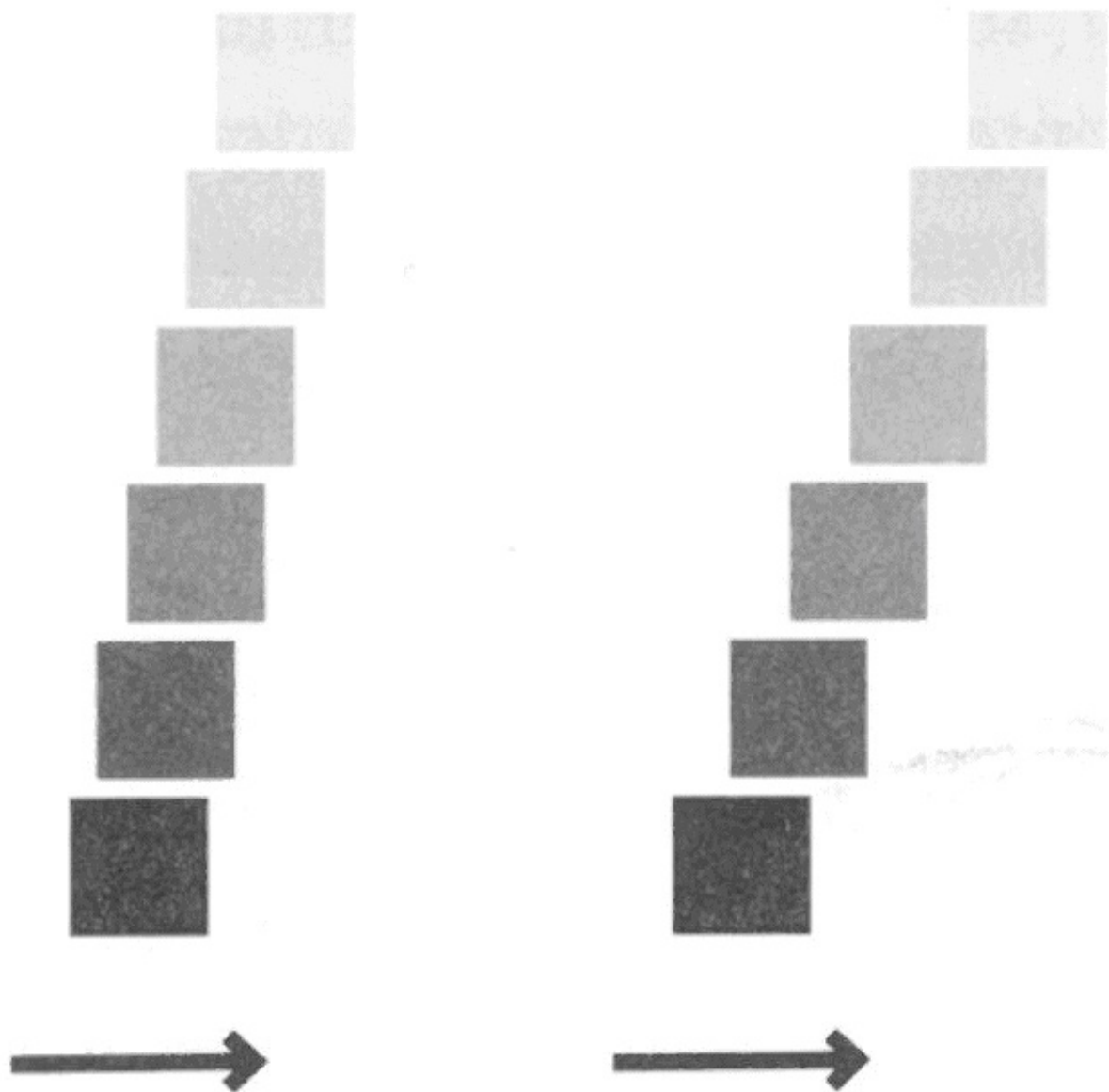
maquinaria que hace que la información llegue en momentos diferentes.»

Cabría suponer fácilmente que lo que llega primero a la corteza visual se percibe primero. La latencia neuronal se ofrece a veces como explicación del efecto *flash lag*: quizás el cerebro procese un destello y un objeto móvil a diferentes velocidades, y cuando el destello viaja desde el ojo a través del tálamo hasta la corteza visual, el anillo ya se ha desplazado a una nueva posición, por lo que acabas viendo ambos en diferentes posiciones. Según esta teoría, la organización temporal de los sucesos en el cerebro refleja directamente la organización temporal en el mundo. Pero si esto fuera así, imagínate lo extrañas que serían tus visiones, dice Eagleman. He aquí una pila de cajas que difieren únicamente en su grado de luminosidad: tenue abajo, brillante arriba:



Ahora la pila empieza a moverse rápidamente de acá para allá por la página. Si tu cerebro estuviera «en línea», si percibiera la pila estrictamente en el orden en el que procesó cada caja, las cajas brillantes se registrarían en tu conciencia ligeramente antes que las tenues (ya que el estímulo brillante llega a la corteza visual antes que el

tenue), de suerte que aparecerían ligeramente adelantadas en el espacio físico. Como resultado, verías una pila inclinada de cajas, como si los objetos tenues se quedaran atrás, del siguiente modo:



Pero, de hecho, ves la pila vertical en movimiento. (Eagleman publicó un experimento que lo demuestra.) Para el caso, si tu cerebro estuviera en línea verías ilusiones de movimiento similares cada vez que captaras una nueva vista o imagen, o encendieras la luz, o simplemente abrieras y cerraras los ojos. Pero esto no sucede, lo cual sugiere que nuestra percepción temporal de los acontecimientos del mundo real no refleja directamente el orden temporal con el que dichos acontecimientos viajan por nuestras neuronas. El proceso lleva a cabo este procesamiento fuera de línea, no en línea.

Buena parte de las investigaciones sobre el problema del vínculo temporal se han centrado en los medios. ¿Cómo conecta el cerebro los sucesos en el tiempo? ¿Se etiquetan de algún modo a la entrada? ¿Existe una línea de tiempo o reloj en milisegundos que hace tictac en los corredores del cerebro, análogo al que puede emplear un editor de películas, que permite sincronizar adecuadamente los sucesos? Eagleman parte de una pregunta más directa: ¿cuándo se lleva a cabo esta tarea? Y a su juicio es evidente que esa sincronía no puede lograrse sobre la marcha, estrictamente en el orden de llegada de las señales. Ha de haber una demora, un período intermedio durante el cual el cerebro recopila toda la información disponible de un momento determinado (que se ha diseminado con el tiempo por el cerebro) y se la ofrece a la mente consciente. En el cerebro, al igual que en el mundo externo de los relojes y las escalas de tiempo universales, lleva tiempo crear el tiempo.

En nuestro sistema visual, la extensión de la mancha temporal ronda los ochenta milisegundos, o algo menos de una décima de segundo. Si una luz brillante y una bombilla tenue destellan simultáneamente, la señal tenue alcanza la corteza visual unos ochenta milisegundos después de la brillante. El cerebro parece tomar en consideración este intervalo. Al evaluar cuándo y dónde tuvo lugar un suceso (dos destellos simultáneos, por ejemplo, o un destello dentro de un anillo móvil), suspende el juicio durante ochenta milisegundos a fin de permitir la llegada de la información más lenta. El proceso de posdicción se asemeja un poco a un marco o una red que el cerebro extiende retrospectivamente en torno a un suceso para recopilar todos los datos sensoriales que podrían haber sido simultáneos a ese instante particular. En efecto, el cerebro pospone las cosas. Lo que llamamos conciencia, nuestra interpretación consciente de lo que está ocurriendo *justamente ahora* (que viene a ser una definición de la conciencia tan válida como cualquier otra), es la historia que nuestro cerebro, tendente a procrastinar, nos narra al menos ochenta milisegundos después.

Tardé siglos en comprender la posdicción. Una y otra vez creía habérmela explicado para detenerme, desconcertado, por razones que no acertaba a identificar del todo. Llamaba a Eagleman y él volvía a guiarme desde el principio, lenta y jovialmente. Por fin puse el dedo en la llaga: si el cerebro espera la llegada de la información más lenta, si la posdicción es la forma que tiene el cerebro de captar el orden de los sucesos, ¿por qué se equivoca en el efecto *flash lag*? Si el cerebro espera a determinar lo que ha sucedido «justo ahora», en el destello, ¿por qué yo no veía el destello perfectamente dentro del anillo? ¿Por qué se producía una ilusión?

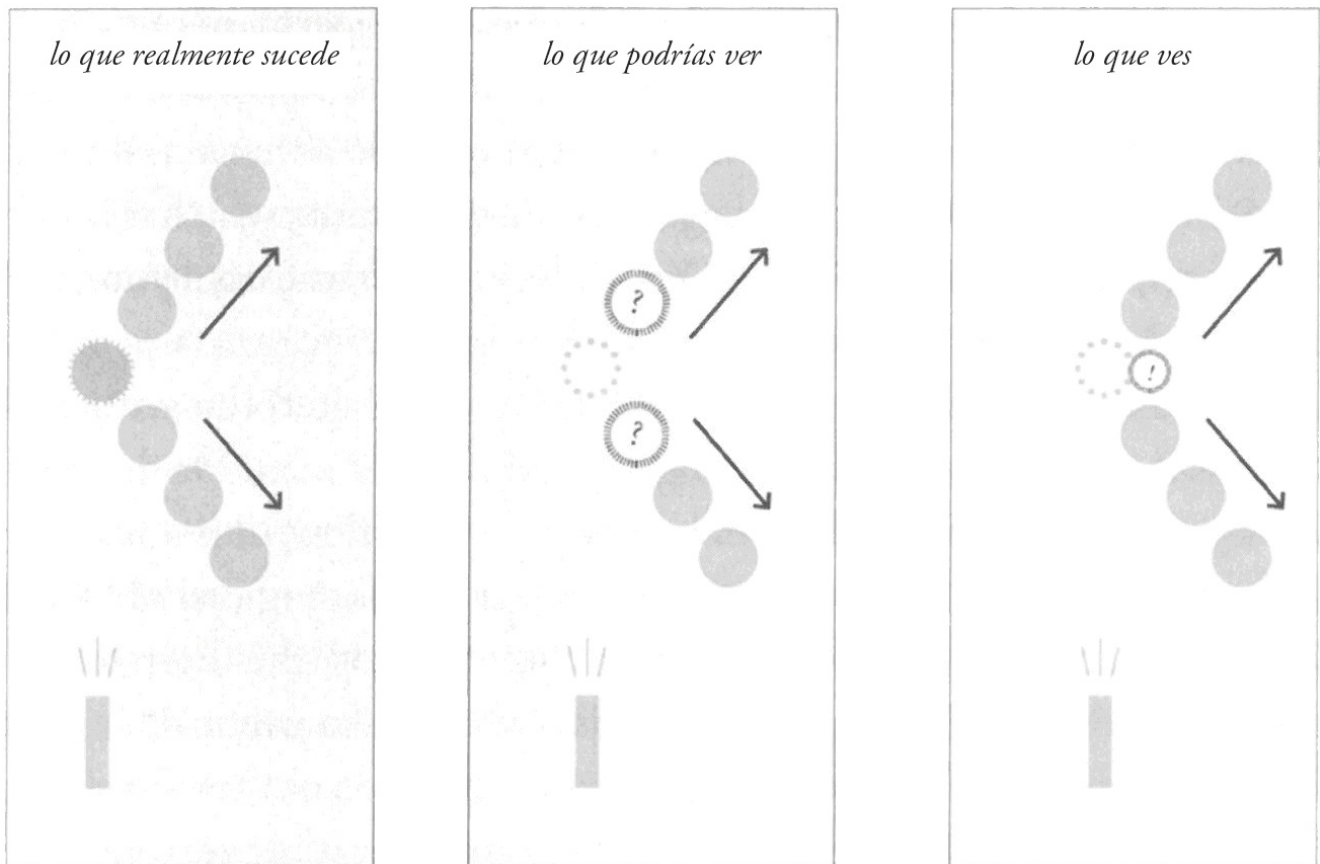
En efecto, aquí empieza lo extraño, decía Eagleman. El experimento del *flash lag* confronta el cerebro del observador con una pregunta que rara vez se hace en el transcurso de la vida cotidiana: ¿dónde se encuentra *en este preciso instante* el objeto móvil? ¿Dónde está el anillo en el momento del destello? Resulta que el cerebro dirige sistemas separados para juzgar las posiciones de las cosas estacionarias y para seguir los objetos en movimiento. Cuando te abres paso entre una multitud en el aeropuerto u observas caer las gotas de lluvia, el cerebro computa con vectores de movimiento (básicamente, flechas matemáticas de movimiento) y nunca se detiene a preguntarse si una persona o gota de lluvia en particular se encuentra en un momento particular. En el béisbol, cuando un jardinero persigue una bola elevada, lo hace empleando el mismo sistema de vectores de movimiento que utiliza un murciélago para atrapar insectos o un perro para coger un disco volador. Si una rana tuviera que preguntar: «¿Dónde está la mosca *ahora mismo*, y *ahora mismo* y *ahora mismo*?», pasaría hambre y no tardaría mucho en extinguirse. Muchos animales, incluidos los reptiles, no disponen ni siquiera de un sistema posicional; ven únicamente el movimiento. Si dejas de moverte, no pueden verte.

«Siempre estás viviendo en el pasado —me explicó Eagleman—. La cuestión más profunda estriba en que la mayor parte de lo que ves, de tu percepción consciente, se computa en función de la necesidad de saber. No lo ves todo, sino solo lo que te resulta más beneficioso. Al igual que cuando estás conduciendo por la carretera tu cerebro no está preguntando continuamente: “¿Dónde está ahora el coche rojo? ¿Dónde está ahora el coche azul?”. En lugar de ello, pregunta: “¿Puedo cambiar de

carril?”. Es raro que te preocupe la posición instantánea de un objeto en movimiento y, hasta que te lo preguntes, no la conocerás en realidad. Y cuando preguntes, siempre te equivocarás.»

El efecto *flash lag* pone de manifiesto la brecha en el enfoque dual del cerebro. En los momentos previos al destello, sigues el rastro del vector de movimiento del anillo, sin preguntarte en ningún momento dónde se encuentra *ahora mismo*. El destello provoca la pregunta. Reajusta los vectores de movimiento; el cerebro asume ahora que el movimiento del anillo comenzó con el destello, en el tiempo cero. Antes de responder la pregunta planteada por el destello (¿dónde está el anillo *ahora mismo*, en el tiempo cero?), el cerebro aguarda ochenta milisegundos para recopilar toda la información visual posible de ese momento. Mientras tanto, el anillo continúa moviéndose y ese goteo adicional de información matiza la interpretación que hace el cerebro de dónde comenzó el movimiento. En consecuencia, la respuesta a «¿Dónde se encuentra el anillo ahora mismo?» queda sesgada o desplazada ligeramente en la dirección del movimiento del anillo.

Eagleman diseñó un experimento para demostrarlo. En la disposición habitual del *flash lag*, el observador ve un único anillo o punto en movimiento que pasa sobre un destello estacionario. En la variante de Eagleman, después del destello el punto se convierte en dos puntos que se alejan del destello con ángulos de cuarenta y cinco grados. Si las latencias neuronales fueran las responsables de la ilusión del *flash lag*, percibirías el punto en una posición que ocupó en realidad cuando su señal impactó en tu corteza visual, siguiendo una de las dos trayectorias en ángulo, o tal vez ambas. Pero no sucede así. Invariablemente, los sujetos de Eagleman percibían el punto a medio camino entre los dos, en una posición que jamás había ocupado en realidad. Es como si ambos vectores de movimiento se hubieran sumado y se hubiera calculado su promedio; a juicio de Eagleman, eso es esencialmente lo que ocurre.



El fenómeno se denomina sesgo del movimiento, y es la clave de la posdicción. Aceptemos como un hecho que la mente consciente percibe de manera retrospectiva: el «ahora mismo» ya ha ocurrido. Durante un breve período tras ese instante, el cerebro continúa procesando datos (por ejemplo, el movimiento del punto después del destello) mientras establece un juicio sobre lo que ha ocurrido en ese instante. *¿Dónde estaba el punto en el momento del destello?* La información adicional sobre el movimiento sesga el análisis final desembocando en una ilusión: un punto móvil percibido, en el momento del destello, en un lugar que nunca ocupó. Por extraño que parezca, el modelo de Eagleman arroja un resultado prácticamente idéntico al ofrecido por la hipótesis predictiva; en ambos modelos, el punto ilusorio representa la mejor conjetura del cerebro sobre dónde *aparecerá probablemente* el punto. Salvo que, de hecho, este juicio se hace de forma retrospectiva, no anticipada; no se trata de una predicción, sino de una posdicción.

Considera de nuevo el presente. Pregúntate: «¿Qué está sucediendo *ahora mismo?*». Cuanto más estrecha sea tu definición del instante presente, con más certeza tu respuesta será a) posterior al hecho y b) falsa. Igualmente importante es el hecho de que la respuesta resulta incognoscible (inexistente) hasta el momento en que preguntas. En la posdicción, el cerebro extiende retrospectivamente una ventana de

ochenta milisegundos en torno a un acontecimiento con el fin de recopilar toda la información acaecida en ese instante. Pero esta ventana no está abierta de manera permanente, como el obturador abierto de una cámara de cine. El tiempo en la mente no es un flujo continuo de fotogramas de ochenta milisegundos pendiente de revisión. Antes bien, la ventana de ochenta milisegundos viene desencadenada por la pregunta, que solo rara vez se formula en nuestras actividades cotidianas. «No tienes un fotograma hasta que necesitas uno —explica Eagleman—. Entonces vas a recopilar uno.»

Los filósofos llevan milenios debatiendo acerca de la naturaleza del tiempo. ¿Es un río continuo o una sarta de momentos como perlas? ¿Es el presente un fotograma abierto que planea, estacionario, sobre el flujo, o es solo uno en una incesante serie de ahora, un fotograma único de un carrete de ellos? ¿Cuál es la hipótesis correcta, la del momento viajero o la del momento discreto? Eagleman responde que ninguna de ambas. Un suceso o instante no se presenta al cerebro *a priori*; no está ahí fuera aguardando a ser advertido. Antes bien, solo llega a ser una vez concluido, una vez que el cerebro se ha detenido para abordarlo y armarlo. El ahora solo existe después, y solo porque te has detenido a declararlo.

Una mañana acudí al laboratorio de Eagleman a probar un experimento que todavía estaba refinando: lo llamaba Cuadrado Nueve. Encendió un ordenador que no estaban utilizando los estudiantes de posgrado y me sentó delante de él. Aparecieron en pantalla nueve cuadrados grandes, dispuestos en una cuadrícula de tres por tres, como un tablero de tres en raya. Uno de los cuadrados era de un color diferente al resto y, siguiendo las instrucciones de Eagleman, desplacé sobre él el cursor de mi ratón e hice clic; en ese momento el color pasó a destacar un cuadrado diferente. Seguí con mi cursor, hice clic en ese cuadrado y el color volvió a moverse. Volví a hacerlo y el color se movió a otro cuadrado. Continué de esta forma durante un par de minutos, a la caza del color por la pantalla. Esta era solo la fase de calentamiento, la parte inicial de cualquier experimento para ayudar al sujeto a familiarizarse con el funcionamiento, comentó Eagleman. Pero en unos instantes, añadió, y durante no más de un momento, tendría la nítida sensación de que el tiempo acababa de retroceder.

Habitualmente, cuando hablamos de «la percepción del tiempo» nos referimos a la percepción de la duración. ¿Cuánto dura este semáforo? ¿Y no parece hoy más largo de lo habitual? ¿Cuánto hace que eché la pasta a la olla de agua hirviendo? ¿Estoy a

punto de echar a perder la cena? Pero existen otras facetas del tiempo. Una de ellas es la sincronía o simultaneidad: la sensación de que dos sucesos ocurrieron exactamente al mismo tiempo. Igual de importante, y a menudo pasado por alto, es el orden temporal, que es efectivamente lo contrario de la sincronía. Coge dos acontecimientos, por ejemplo, un destello y un pitido audible. Si no son simultáneos, deben de haber ocurrido en sucesión; ¿cómo percibes cuál fue el primero? Eso es el orden temporal. Nuestros días están llenos de innumerables juicios sobre el orden temporal, la inmensa mayoría de los cuales se desarrollan en milisegundos, sin pensamiento consciente. Nuestra comprensión de la causalidad se basa en nuestra capacidad de evaluar el orden apropiado de los acontecimientos. Aprietas el botón del ascensor y un instante después se abre la puerta, ¿o en realidad la puerta se abrió primero? La selección natural ha desempeñado probablemente un papel decisivo en la configuración de la percepción de la causalidad. Si vas caminando por una selva y oyes el chasquido de una rama, supone una ventaja saber si ha coincidido con tu pisada, en cuyo caso probablemente has causado tú el sonido, o si la rama se partió justo antes o justo después, en cuyo caso quizás fue obra de un tigre.

Estas evaluaciones son tan esenciales que «evaluación» parece una palabra demasiado grande; ni que decir tiene que el cerebro sabe lo que viene primero y lo que viene después. ¿Cómo podría ser de otra forma? Pero los experimentos de Eagleman con los puntos y los destellos sugieren que si el cerebro es capaz de juzgar mal los acontecimientos que son genuinamente simultáneos, quizás podría confundir también el orden de las cosas. «Este material es increíblemente maleable —me explicó—. Estamos descubriendo lo plástica que es la sensación del tiempo.» He aquí un experimento: estás sentado ante el monitor de un ordenador y se te pide que escuches un pitido. O bien justo antes o bien justo después del pitido, aparece en la pantalla un pequeño destello; te preguntan qué fue lo primero, el destello o el pitido, y te piden que calcules cuánto tiempo ha transcurrido entre ambos. Tendrás pocos problemas para juzgar el orden correcto o para calcular el desfase, incluso si este es de tan solo veinte milisegundos o una quincuagésima de segundo. Supongamos ahora que repites el ejercicio, pero en esta ocasión no hay pitido; en su lugar, pulsas una tecla del teclado: estás activo en lugar de pasivo. De nuevo, o bien justo antes o bien justo después de pulsar la tecla, aparece un destello en la pantalla. Si el destello sucede primero, seguirás calculando con facilidad el tiempo transcurrido entre el destello y tu pulsación. Pero si el destello viene después, tu cálculo será pésimo. De

hecho, si el destello se produce hasta cien milisegundos o una décima de segundo después de tu pulsación, te parecerá que no existe ningún desfase; tu pulsación y el destello te parecerán simultáneos.

Eagleman diseñó ese experimento con un antiguo alumno, Chess Stetson, que en la actualidad es neurocientífico en Caltech, y descubrieron que, inmediatamente después de tu acción (la pulsación de la tecla), hay un lapso de unos cien milisegundos en el que no puedes detectar ninguna sucesión de acontecimientos; todo parece suceder a la vez. El factor crítico es tu implicación. El cerebro tiende a atribuirse los méritos; presume efectos para sus acciones. Tú actúas (aprietas simplemente un botón) y asumes que has provocado los sucesos que siguen inmediatamente. «Es como si tu cerebro tuviera un rayo tractor multifunción después de una acción: “Me atribuiré el mérito de eso como mío”», dice Eagleman. En el resplandor de este rayo tractor, la auténtica secuencia de los acontecimientos (el orden temporal) se disuelve y una décima de segundo se redefine como nada de tiempo.

Al curvar el tiempo, el cerebro brinda un extraño pero satisfactorio servicio, realizando nuestro sentido de la agencia y haciéndonos parecer algo más poderosos de lo que somos en realidad. En 2002, el neurocientífico Patrick Haggard y sus colegas llegaron a una conclusión similar con un experimento que pedía a los voluntarios que observaran la manecilla de un reloj que se movía con rapidez. El sujeto pulsaba a su antojo una tecla del teclado y anotaba cuándo lo había hecho según el reloj. Pero a veces, en lugar de pulsar una tecla y anotar la hora, los sujetos oían un pitido y anotaban la hora: permanecían pasivos (escuchando) en lugar de activos (pulsando). Y a veces las condiciones se combinaban al azar: los sujetos presionaban un botón, que emitía un pitido 250 milisegundos más tarde, y anotaban o bien cuándo habían pulsado la tecla o bien cuándo habían oído el pitido (es imposible atender a ambas cosas). Haggard descubrió que cuando el sujeto provocaba realmente el pitido, la pulsación y el pitido parecían ocurrir más próximas en el tiempo de lo que realmente eran: las pulsaciones parecían suceder un poco más tarde (unos quince milisegundos por término medio) y el tono parecía ocurrir mucho antes (unos cuarenta milisegundos). Provocar un suceso parece aproximar más en el tiempo la causa y su efecto, un fenómeno que Haggard denominaba «vinculación intencional».

¿Cómo logra el cerebro algo semejante? A juicio de Eagleman, lo más probable es que mantenga expectativas independientes sobre cuándo ocurrirá la pulsación de la tecla y cuándo ocurrirá el pitido; que mantenga líneas de tiempo separadas y las

recalibre la una en relación con la otra. La calibración es una preocupación persistente de la actividad diaria de nuestro cerebro. A partir del constante oleaje de *inputs* sensoriales, procesados a diferentes velocidades en diferentes sendas neuronales, debe formar una imagen coherente de sucesos y acciones, causas y efectos. Trabajando hacia atrás a partir de las señales, ha de determinar qué estímulos ocurrieron primero y cuáles fueron simultáneos, cuáles estaban conectados y cuáles no lo estaban. Cuando coges una pelota de tenis, la visión de la pelota golpeando tu mano llega a tu cerebro más deprisa que la sensación táctil desde tu palma, pero de algún modo experimentas ambos flujos de información como simultáneos. O, visto desde el otro extremo, tu cerebro recibe dos paquetes de datos, uno táctil y el otro visual, separados por unos milisegundos de desfase; ¿cómo sabe que pertenecen al mismo acontecimiento?

Además, la velocidad de las señales sensoriales puede variar en función de las condiciones, por lo que el cerebro ha de ser capaz de modificar sus suposiciones acerca de cuándo ocurrió el suceso en cuestión. Supongamos que estás lanzando una pelota de tenis al aire libre y luego entras a una sala poco iluminada. Tus neuronas procesan la luz tenue con menos velocidad que la luz brillante; en el interior, el *input* visual de tus actividades llega más lentamente que cuando estabas al aire libre. Tus acciones motoras han de tener en cuenta la variación en la organización temporal o lanzarás y atraparás la pelota como un adolescente desmañado. Afortunadamente, tu cerebro recalibra; considera «normal» la nueva organización temporal y modifica en consecuencia sus restantes expectativas sensoriales. Recalibra constantemente a lo largo de tu jornada, trabajando para ofrecer una interpretación suave de la realidad conforme cambias de actividad, pasas de un entorno a otro y aceleras y moderas el ritmo.

Cuando una acción (presionar un botón) y su efecto (un destello) parecen aproximarse en el tiempo, o cuando el desfase desaparece por completo, lo que estás experimentando es una recalibración, postula Eagleman. En general, tu cerebro espera que tus acciones motoras produzcan sus efectos previstos inmediatamente, sin demora. Por consiguiente, cuando reconoce un suceso que fue causado por algo que tú has hecho (o, para ser más exactos, un suceso que sigue a tu acción dentro de una décima de segundo), recalibra y confiere al suceso el mismo sello de tiempo que a tu acción: el tiempo cero. Causa y efecto se vuelven simultáneos. Una décima de segundo es una pequeña cantidad de tiempo, pero no es insignificante y es

ciertamente suficiente, en otras situaciones, para registrarse en nuestra conciencia. Resulta evidente que hay momentos en los que el cerebro concluye que la conciencia no es lo que más le (o nos) beneficia.

Esta ilusión predice otra más extraña todavía. Si, al recalibrar, tu cerebro puede hacer que parezca que la causa y el efecto ocurren simultáneamente, quizás se le pueda engañar alterando más aún el orden temporal para hacer que el efecto parezca preceder a la causa. Junto con Stetson y otros dos colegas, Eagleman diseñó un experimento para poner a prueba esta idea. Una vez más, los voluntarios presionaban un botón para provocar un destello de luz, pero Eagleman insertaba una demora de doscientos milisegundos, un quinto de segundo, entre la pulsación y el destello. Los sujetos se adaptaban al retraso casi de inmediato y no lo advertían, siempre que el desfase temporal no durase mucho más de doscientos cincuenta milisegundos; por lo que atañe a los observadores, la pulsación de la tecla y el destello ocurría de manera simultánea. Tu cerebro realiza juegos de manos continuamente en la vida cotidiana. Cuando tecleas una letra en un teclado de ordenador, por ejemplo, transcurren aproximadamente treinta y cinco milisegundos antes de que veas esa letra en tu pantalla, un retraso que te pasa desapercibido. (Eagleman midió efectivamente esa demora mientras diseñaba su experimento de la causalidad inversa con el fin de excluirlo.)

Una vez que sus sujetos se adaptaban al retraso, este se eliminaba; el destello ocurría exactamente en el momento en que se pulsaba la tecla. En esas ocasiones sucedía algo peculiar: los voluntarios comunicaban que el destello ocurría *antes* de que apretasen el botón. Sus cerebros habían recalibrado para ajustar el destello retardado a la pulsación de la tecla, en el tiempo cero. Bajo esa redefinición, un destello que ocurriera entonces antes del destello retardado (esperado) se percibiría como si sucediera antes del tiempo cero y, por tanto, parecía ocurrir antes de la pulsación de la tecla. Causa y efecto (el tiempo, o al menos el orden temporal) parecían invertirse.

Eagleman había refinado desde entonces el experimento con un formato más rápido, la versión del Cuadrado Nueve que yo estaba probando. Hice clic de nuevo en el cuadrado que cambió de color, vi desplazarse el color a otro cuadrado, luego hice clic sobre ese. Yo sabía de antemano que había un desfase de cien milisegundos entre el clic de mi ratón y el movimiento de mi cursor, pero no lo notaba; el hecho de mi

clic (mediante el cual mi cerebro se declaraba autor de cualquier cosa que sucediera a continuación) tornaba transparente la demora subsiguiente. Así pues, no advertí cuando, tras una docena de clics y de saltos, se eliminó la demora. Pero sí que me percaté del resultado: para mi sorpresa, justo antes de hacer clic con el ratón, el cuadrado coloreado saltaba a su siguiente posición, precisamente al cuadrado al que había planeado enviarlo.

Resultaba cuando menos inquietante. El ordenador había adivinado al parecer mi próximo movimiento y lo hacía por mí. Repetí el test unas cuantas veces para asegurarme de que lo que creía que había ocurrido ocurría de veras, y así fue en cada ocasión: mientras me preparaba para mover el cursor, el cuadrado coloreado se movía por sí solo, exactamente hacia donde yo pretendía enviarlo. Yo sabía que ocurriría, pero ocurría de todos modos, una y otra vez. La experiencia era tan nítida, la reubicación del cuadrado coloreado estaba tan divorciada del inminente clic de mi ratón que tan pronto como advertía el movimiento, me descubría tratando de impedir que mi dedo hiciera clic con el botón, lo cual resultaba, por supuesto, causalmente imposible: el cuadrado ya se había desplazado, lo que significaba que yo ya lo había movido, lo que implicaba que estaba tratando de evitar algo que ya había hecho. Y puesto que no podía evitarlo, y puesto que ya lo había hecho, presionaba el botón. Hasta entonces había disfrutado con las investigaciones de Eagleman como uno puede disfrutar con una serie de atracciones de feria; con esta era como si hubiera caído de repente por una grieta a otra dimensión.

En cierta ocasión, después de dar una charla en una universidad sobre el fenómeno, a Eagleman se le acercaron por separado dos miembros del público que describieron una experiencia curiosa. El campus acababa de instalar un nuevo sistema telefónico, le contaron, que se comportaba de forma extraña: marcabas tu número y el teléfono empezaba a sonar en el otro extremo antes de que pulsases el último dígito. ¿Cómo era posible tal cosa? Eagleman sospecha que la ilusión surge porque el individuo ha pasado de usar el teclado del ordenador, con su retraso de treinta y cinco milisegundos, al teclado del teléfono, que tiene un desfase más breve entre cada pulsación y su efecto. Tu cerebro, habiendo calibrado con el retraso del ordenador, aplica su sensación de simultaneidad al teléfono y se ve sorprendido por la inmediatez de sus acciones.

La inversión ilusoria de la causalidad resulta desconcertante, pero es el resultado de un aspecto completamente normal y sumamente adaptativo de nuestra experiencia perceptiva. La única manera de captar bien el orden temporal y discernir correctamente causas y efectos, cuando la información sensorial afluye a diferentes velocidades por diferentes vías neuronales, consiste en recalibrar constantemente. Y la forma más rápida de calibrar la distribución temporal de las señales entrantes es interactuar con el mundo. Al provocar un suceso, tornas predecible su resultado: el efecto debería seguir inmediatamente a tu acción. Has impuesto una definición de simultaneidad en tu experiencia sensorial: un punto de referencia o tiempo cero respecto del cual puedes calcular el orden temporal de otros datos relacionados. «Cada vez que das una patada o un golpe a algo, el cerebro asume que cualquier cosa que suceda a continuación es simultánea —explica Eagleman—. Estás forzando la simultaneidad en el mundo.» Actuar es esperar, y esperar es medir el tiempo.

Esta perspectiva ha dado lugar a lo que él mismo reconoce que es una de sus teorías más extrañas. Recordemos que el cerebro tiene que cargar con varias demoras y latencias: un destello brillante se registra en las neuronas más rápido que un destello tenue de la misma fuente; la luz roja se registra antes que la luz verde y ambas se registran antes que la luz azul. Si observas una imagen o una escena que contenga longitudes de onda rojas, verdes y azules (una bandera estadounidense tendida sobre el césped), su retrato en tu cerebro se diseminará ligeramente en el tiempo y la escala de esa diseminación puede variar en función de que estés a la sombra o a pleno sol. Sin embargo, tu cerebro registra de algún modo los flujos de información como si tuvieran un origen único y simultáneo. ¿Cómo sabe una neurona posterior cuál fue el primer *input* o que los tres colores van de la mano? ¿Cómo aprende el sistema que el rojo llega siempre antes que el verde, y que el verde llega antes que el azul, y que la llegada de una señal de «rojo-luego-verde-luego-azul» significa que los *inputs* se originaron simultáneamente a partir de un suceso único? De no ser así, verías la bandera como un flujo de colores emergentes: primero las rayas rojas, luego el campo azul de estrellas y a continuación el césped que hay detrás. Tu experiencia visual sería un gran remolino psicodélico.

Para unificar esta experiencia, el cerebro necesita una forma de recalibrar intermitentemente los flujos visuales y poner intermitentemente el tiempo a cero. Eagleman piensa que podemos lograr esto parpadeando. El parpadeo tiene la ventaja evidente de mantener húmedos los ojos. Pero también produce el efecto de apagar y

volver a encender las luces del cerebro. En el momento en que regresan las luces por primera vez, tus sentidos pueden experimentar una mancha borrosa roja-verde-azul. Pero tras muchas repeticiones, miles de veces cada día, el cerebro aprende que una mancha borrosa roja-verde-azul que dura unas decenas de milisegundos es equivalente a la simultaneidad. Consideramos el parpadeo un acto pasivo, pero también puede ser activo, tan deliberado como apretar un botón y un modo de ejercer nuestra intención sobre el mundo visual. Es un mecanismo de entrenamiento para los sentidos, un reinicio forzoso; la simultaneidad no se produce porque hayas recibido los sucesos como simultáneos, sino porque los has hecho así con tus ojos. El parpadeo dice: «Llamo a eso “ahora”» y tus acciones y percepciones subsiguientes se reorganizan en torno a la declaración: «Esto es el ahora. Esto es el ahora. Esto es el ahora».

En cierta ocasión me invitaron a dar una charla en Italia como parte de una mesa redonda. Me correspondía intervenir en último lugar, así que pasé la tarde escuchando a mis compañeros de mesa, todos los cuales eran italianos y hablaban en ese idioma, que yo desconozco. Sus palabras se arremolinaban a mi alrededor; de vez en cuando, cuando parecían haber dicho algo divertido o profundo, yo asentía con la cabeza como si comprendiera. Me sentía como Plutón en la edad oscura del sistema solar, observando la chispa de un Sol distante y pensando cuánto más agradable sería vivir entre los planetas interiores.

Después del cuarto o quinto orador, reparé en unos auriculares que estaban sobre la mesa que tenía delante. Las intervenciones se estaban traduciendo simultáneamente del italiano al inglés y viceversa, por cortesía de alguien que estaba en una cabina de cristal, que descubrí de repente en la esquina posterior. La traducción ayudaba un poco; con los auriculares puestos, pude entender que el orador, un filósofo académico, estaba relacionando de algún modo a Charles Darwin con la física newtoniana. Retumbaba, o sobrepasaba mi comprensión, o ambas cosas, y la traducción parecía interrumpirse. Había largas pausas en las que la joven intérprete se esforzaba en entender lo que se decía. Miré hacia la cabina y vi dos figuras en su interior. Al poco rato, la voz femenina en mis auriculares cedió el paso a la de un joven, que traducía del italiano al inglés con mayor rapidez y fluidez.

Cuando por fin llegó mi turno, dos o tres personas del auditorio se pusieron sus auriculares, lo que me hizo temer por todos los demás. Me disculpé por no hablar italiano y acto seguido me lancé a hablar, pero lo hacía lentamente, con la vaga impresión de que esto ayudaría al intérprete. Pronto me percaté de mi error: al hablar a la mitad de mi velocidad normal, efectivamente me había concedido a mí mismo la mitad del tiempo para desarrollar mi charla de cuarenta minutos. Traté de editar sobre la marcha: me saltaba ejemplos, saltaba bruscamente de un tema a otro, podaba ramas enteras de pensamiento. El resultado era una charla que cada vez tenía menos sentido para mí mismo, incluso mientras me escuchaba pronunciarla. Los rostros de las personas que usaban auriculares eran tan inexpresivos como los de quienes no los usaban.

En 1963, el psicólogo francés Paul Fraisse publicó *Psychologie du temps* [Psicología del tiempo], una revisión de aproximadamente un siglo de investigación temporal y el primer libro que abordaba el campo en su conjunto. Examinaba todas las facetas de la percepción del tiempo, desde el orden temporal hasta la duración aparente del presente subjetivo, que, tras considerar los numerosos estudios, Fraisse definía como «el tiempo necesario para pronunciar una oración de veinte a veinticinco sílabas», quizás cinco segundos como máximo. Mi propio presente no podría haber sido más breve o haber parecido más largo. Fraisse argüía además que muchos de nuestros sentimientos y percepciones sobre el tiempo «tienen su origen en la conciencia de frustración causada por el tiempo. El tiempo impone una demora en la satisfacción de nuestros deseos actuales o nos obliga a prever el final de nuestra felicidad presente. La sensación de duración surge así de una comparación de lo que es con lo que será». El aburrimiento en particular es «la sensación resultante de la falta de coincidencia de dos duraciones»: la duración en la que estás atrapado y la duración que preferirías habitar. Se trata de otra versión de la «tensión de la conciencia» de Agustín y, mientras yo hablaba, era demasiado consciente de la tensión en mis aburridos oyentes. Debería haberme sentido como el Sol que irradiaba conocimiento al auditorio. Pero seguía siendo Plutón, con los telescopios de los planetas interiores apuntando hacia mí y preguntándose qué pensar de este objeto congelado, extraño y distante.

Aquella noche, en una cena para los participantes en la mesa redonda, conocí a mi intérprete, cuyo nombre era Alphonse. Era un estudiante de posgrado en lingüística, que hablaba con fluidez francés y portugués, así como inglés; alto y delgado, con cabello oscuro y gafas redondas, recordaba a un Harry Potter italiano.

Estábamos de acuerdo en que «traducción simultánea» es claramente un oxímoron. Las reglas de la sintaxis y el orden de las palabras difieren entre los idiomas, por lo que no se puede traducir estrictamente palabra a palabra de un idioma a otro. El intérprete va siempre un poco por detrás del oyente: escucha lo que parece una palabra o frase clave y ha de recordarla hasta que algún elemento posterior de la oración del hablante le confiere significado y le permite empezar a traducir en voz alta, incluso mientras el hablante prosigue con nuevas palabras e ideas. Si el intérprete espera demasiado, sin embargo, corre el riesgo de olvidar la frase original o perder el sentido del discurso. «Simultánea» implica una actividad que se desarrolla

puramente en el presente; en realidad, es una expresión continua de la memoria, presentada de tal manera que parece transparente.

El desafío es más grande al traducir entre lenguas que pertenecen a familias diferentes, decía Alphonse; del alemán al francés, pongamos por caso, es más difícil que del italiano al francés o del alemán al latín. En alemán y en latín, el verbo suele aparecer hacia el final de la oración, de suerte que el intérprete ha de esperar con frecuencia a escuchar la conclusión de la oración para que el comienzo tenga el suficiente sentido para traducirlo. Si está traduciendo al francés, donde el oyente espera un verbo al comienzo de la oración, el intérprete puede aguardar el tiempo adicional o bien suponer adónde se dirige la oración.

Yo le conté a Alphonse que a menudo me enfrento a un problema similar empleando simplemente el inglés. Durante mucho tiempo usaba una grabadora cuando hacía entrevistas con el fin de captar cada palabra. Pero lo que ganaba en precisión lo perdía en tiempo: la transcripción de una entrevista de una hora podía llevar cuatro, para lo que podía reducirse a unas cuantas ideas o citas. Tomar notas a mano apenas resultaba más práctico: mi letra es espantosa y empeora cuando escribo rápido. A veces, cuando hablo por teléfono, puedo teclear en mi ordenador mientras habla mi sujeto; el resultado es al menos más limpio. Pero tecleo más despacio de lo que la mayoría de la gente habla. Con mucha frecuencia, al repasar mis notas me topo con un fragmento sin sentido como este:

«Si algo sorprendente, más rápido a ello».

En ese caso tuve suerte: había corregido la nota poco después de tomarla, por lo que recordaba lo que el hablante había dicho en realidad: «Si algo sorprendente ocurre, respondemos más rápido a ello». Al releer los fragmentos, entiendo lo que falló. Empecé con buen pie, consiguiendo captar correctamente las tres primeras palabras: «Si algo sorprendente». Pero mi sujeto hablaba demasiado rápido y perdí el hilo. Así pues, traté de recordar el aspecto clave de lo que estaba diciendo en ese momento (el verbo «ocurre») y anotarlo en cuanto hiciese una pausa. Cual malabarista, lanzaría sus palabras al futuro próximo (es decir, a la memoria a corto plazo) y las atraparía un momento más tarde. Entretanto escribí las siguientes palabras que escuché («a ello») y mientras él continuaba hablando —sin pausa, por desgracia—, yo tecleé las pocas palabras («más rápido») que aún podía recordar del momento anterior. Todo ello sin pensamiento consciente, en el tiempo que se tarda en pronunciar una oración breve,

repetido innumerables veces en el transcurso de una conversación de una hora. Es un milagro que lograra retener alguna información. (Puede que me hubiese ido mejor si hubiera seguido la estrategia de Alphonse: escribir las frases clave, no tratar de recordarlas.)

Según el relato de Alphonse, un intérprete parecía una persona que Agustín podría haber reconocido: tensada entre el pasado y el futuro, entre la memoria y la anticipación. Alphonse calculaba que el intérprete medio puede absorber una demora de quince segundos a un minuto entre lo que oye y su traducción «simultánea» de ello. Cuanto mejor el intérprete, más larga la demora, es decir, más información puede retener en su cabeza antes de producir una traducción. El intérprete puede prepararse con tres o cuatro días de antelación para hacerse una idea de la jerga con la que se encontrará. Alphonse decía que, cuando va bien, la traducción en directo se parece un poco al surf.

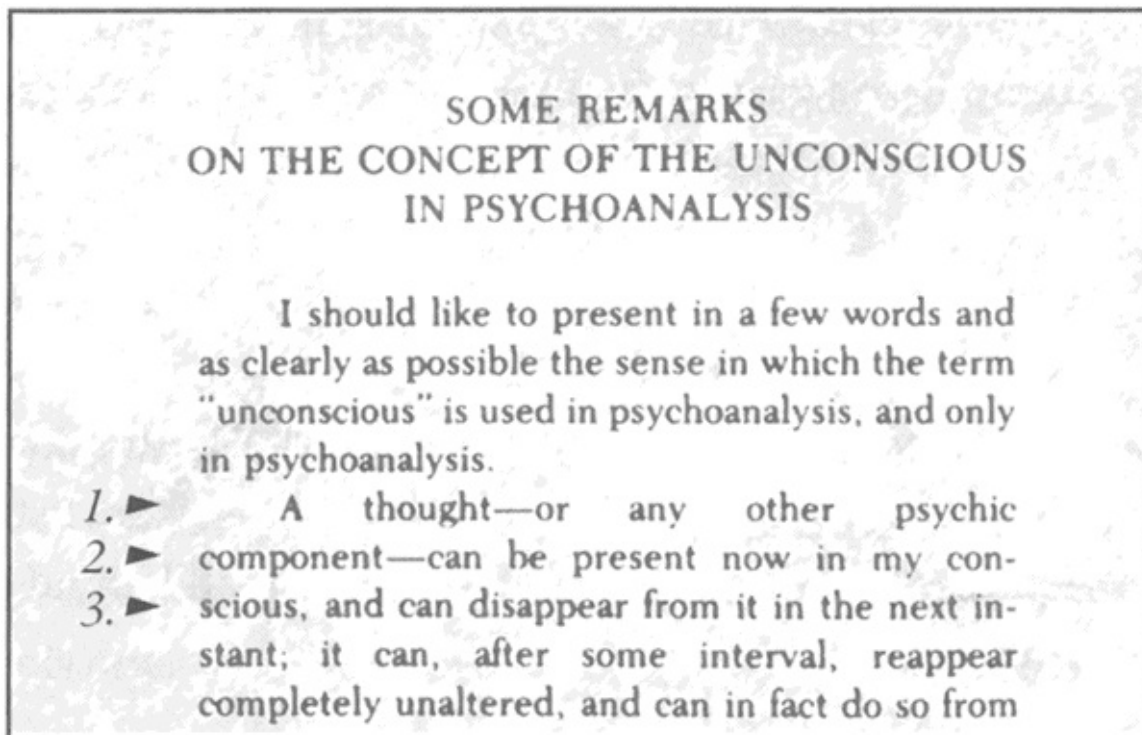
«Debes dedicar el menor tiempo posible a pensar en las palabras —decía—. Estás intentando ir con la corriente, estás escuchando un ritmo. No debes detenerte. De lo contrario, te quedarás atrás, perderás tiempo, estarás perdido.»

Considera una oración que comience con *aquí*, continúe con unas pocas palabras, intercale un par de cláusulas y luego acabe con un *aquí*. Yo tardé unos segundos en componer esa oración y puedo haber tardado varios años en decidirme a ponerla por escrito. Pero tú la lees quizás en un par de segundos, tan rápido que apenas te percatas de haberla leído o de que has necesitado algún tiempo para leerla. Según algunas mediciones, eso es el presente.

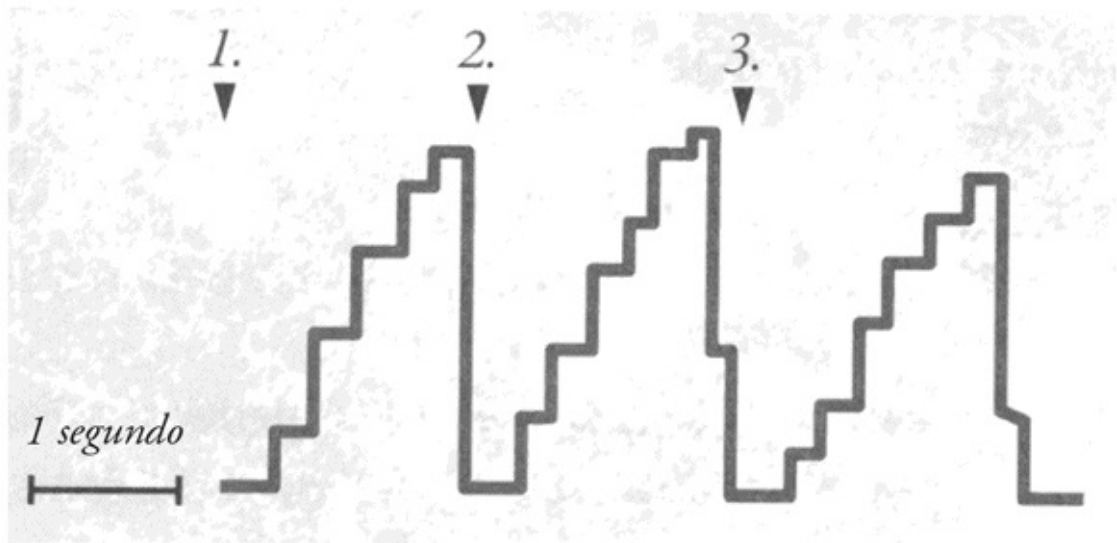
Pero, por supuesto, no lo es técnicamente. En ese lapso de tiempo se desarrolla una considerable actividad cognitiva, aunque el cerebro (o la mente, no siempre está claro cuál de los dos) hace todo lo posible para ocultárselo a tu yo consciente. Cuando lees, y sin darte cuenta en realidad, tus ojos revolotean por la página para anticipar las próximas palabras o revisar las anteriores. Los estudios indican que hasta el treinta por ciento de tu tiempo de lectura se invierte en volver sobre palabras que ya has leído. Si eliminas estas «regresiones», tal vez empleando una ficha para cubrir las líneas precedentes del texto, puedes incrementar sustancialmente tu velocidad lectora, al menos según se afirma en ciertos cursos de lectura rápida.

En su libro *Grenzen des Bewußtseins: Über Wirklichkeit und Welterfahrung* (*Los límites de la conciencia: realidad y percepción humana*), el psicólogo y

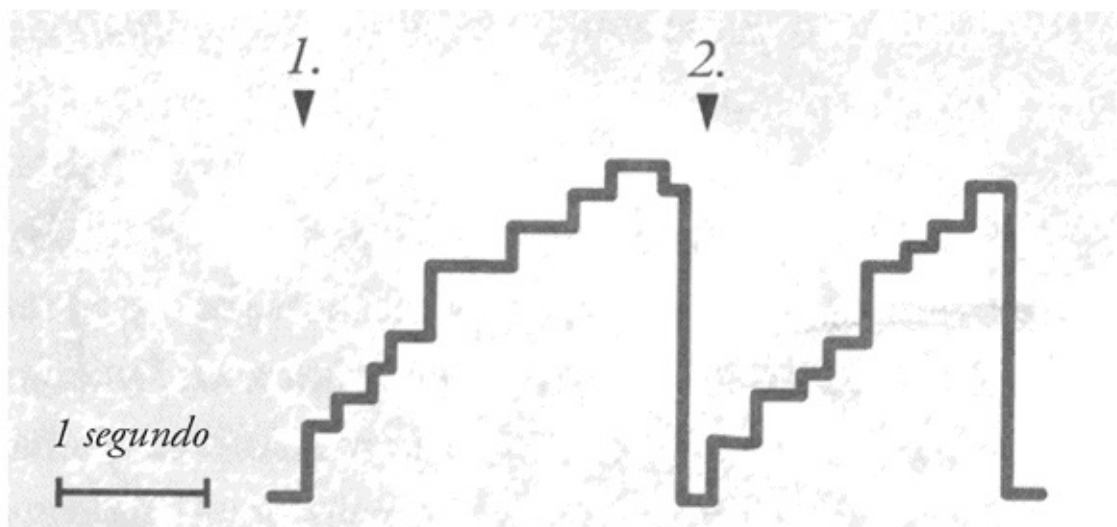
neurocientífico alemán Ernst Pöppel describe un experimento que realizó consigo mismo con el fin de revelar cuán discontinua es en realidad la experiencia de leer. Escogió un breve pasaje de un ensayo de Sigmund Freud sobre la mente inconsciente:



Mientras lo leía, un dispositivo seguía el movimiento de sus ojos por la página, registrando adónde miraba y durante cuánto tiempo. A continuación dibujó un gráfico del movimiento: el gráfico asciende mientras lee la primera línea del texto, de izquierda a derecha, y vuelve a bajar cuando llega al final de la línea y empieza la segunda. Aunque su experiencia lectora es suave, sus movimientos oculares claramente no lo son. Su ruta visual se asemeja a una serie de pasos en la que los ojos se detienen durante dos o tres décimas de segundo para absorber el significado y luego saltan hasta el siguiente punto de absorción.

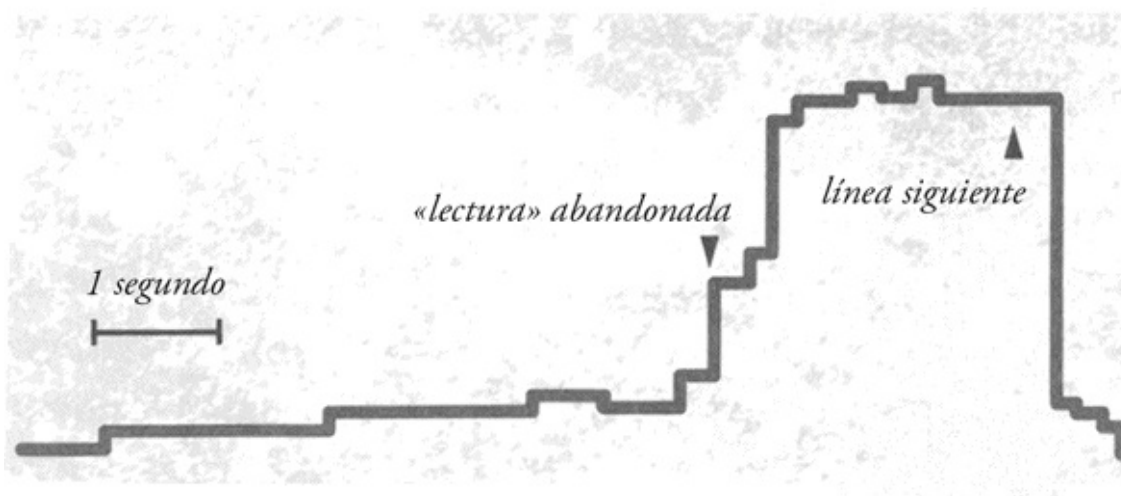


A continuación, Pöppel leyó algo un poco más complejo, un pasaje de aproximadamente la misma extensión de la *Crítica de la razón pura* de Immanuel Kant. La dificultad añadida del texto se torna evidente en el código temporal: comparado con el texto de Freud, Pöppel tardó en torno al doble de tiempo en leer cada línea de Kant y sus ojos hacían pausas para absorber la información aproximadamente el doble de veces.



Finalmente, Pöppel plasmó en una gráfica su esfuerzo por leer chino, un idioma

«desconocido por desgracia para el autor», aclaraba. Puede verse que tarda varios segundos en tratar de leer uno o dos caracteres, pero a dos tercios de camino de la primera línea se rinde y salta hasta el final:



La tesis de Pöppel es que lo que a veces experimentamos como «ahora» está de hecho repleto de actividades cognitivas (sílabas, sacadas oculares, la cosecha del significado) a las que no puede accederse totalmente mediante la introspección. Además, advierte que el ajetreo en cada momento está cuidadosamente orquestado; la pronunciación de las sílabas sucesivas y el movimiento de los ojos de una palabra escrita a la siguiente están sincronizados «como los vagones de un tren en función de un horario». Pero ¿cómo?

En 1951, el psicólogo de Harvard Karl Lashley exploró la relación entre el tiempo y el lenguaje en un artículo hoy clásico: «The Problem of Serial Order in Behavior» [«El problema del orden serial en la conducta»]. Lashley observó que, para que las palabras expresen un significado, han de presentarse en un orden particular. La frase «Pequeño un mary tenía cordero» no significa nada, pero reorganizado, «Mary tenía un cordero pequeño», el enunciado resulta comprensible. Como señalaba mi intérprete italiano, las reglas de la sintaxis varían de un idioma a otro; en inglés, por ejemplo, el adjetivo suele preceder al nombre que modifica («*yellow jersey*»), mientras que en francés aparece en segundo lugar («*maillot jaune*»). Estas reglas son maleables y socialmente adquiridas, y cambian con el tiempo. No obstante, en cualquier idioma, el orden de las palabras es significativo, es decir, significa.

Por lo general, no dedicamos ningún pensamiento consciente a la sintaxis; esta se despliega aparentemente por sí sola, en una escala temporal justo por debajo de la conciencia. (Tu cerebro está tan ansioso por hallar orden que la primera vez que

escudriñas las palabras «Pequeño un mary tenía cordero» puede que hayas captado directamente su significado pretendido y no hayas advertido el desorden.) Y a veces confundimos el orden. Lashley observa que, cuando teclea, a veces descoloca las letras, escribiendo «*thses*» en lugar de «*these*» o «*wrapid riting*» en lugar de «*rapid writing*». (De hecho, al teclear la oración anterior, he escrito sin querer «*dypet*» en lugar de «*typed*» [teclear] antes de corregirlo.) Lo llamativo de estos errores es que con frecuencia son errores de anticipación: una letra o una palabra que debería venir después aparece, en cambio, antes —ahora—, como si el ojo de la mente (a falta de un término mejor) se hubiera adelantado, distrayendo a los dedos de su tarea actual. ¿Cómo generamos el orden temporal correcto sin pensar en él? Lashley consideraba este problema «el más importante pero a la par olvidado de la psicología cerebral».

A juicio de Pöppel, el mecanismo organizativo que Lashley tenía en mente, aunque Lashley no usara expresamente el término, es un reloj. «Esta construcción o concatenación de las palabras en sus lugares apropiados tiene lugar, bajo la dirección de un plan mental, por medio de un reloj —escribe Pöppel—. El reloj del cerebro asegura que todas las funciones administrativas, todas las regiones cerebrales implicadas en conectar el tren de palabras, funcionan de manera sincronizada, de suerte que, con relación al plan general, son capaces de cumplir sus tareas asignadas en el momento correcto.» Este reloj cerebral es «el prerequisite para expresar un pensamiento mediante palabras adecuadamente ordenadas». Sin él no podríamos darnos a conocer.

«Todas las conductas complejas implican tiempo — me explicó al poco de conocernos Dean Buonomano, un neurocientífico de la Universidad de California, en Los Ángeles—. No podemos entender del todo cómo navega el cerebro por el mundo sin entender el componente temporal.»

Buonomano es de los pocos investigadores que estudian el tiempo fisiológico en el rango de los milisegundos; ha escrito artículos con otros muchos científicos del campo, incluido David Eagleman, y muestra un persistente interés en comprender cómo el tiempo que experimentamos en nuestra vida cotidiana se relaciona con, y emerge de, la actividad de nuestras neuronas. La neurociencia es un campo joven, me decía, y es experta en resolver ciertas clases de enigmas, tales como la manera en que el cerebro interpreta la información espacial. Por ejemplo, eres capaz de distinguir entre una línea vertical y un línea casi vertical gracias a neuronas concretas de tu

corteza cerebral, descubiertas en la década de 1960, que responden por separado a orientaciones diferentes. Los puntos del espacio se corresponden con disposiciones de las neuronas retinianas de manera semejante a como las notas musicales se corresponden con las teclas de un piano. Pero pregúntales a los neurocientíficos cómo puedes saber que una línea permaneció en la pantalla más tiempo que la otra, y probablemente se sentirán desconcertados.

«A mi juicio, el tiempo ha sido descuidado porque la ciencia no está lo suficientemente madura como para ocuparse de él de una manera sofisticada», me dijo Buonomano. La simple mención de la palabra *tiempo* puede provocar una serie de definiciones y restricciones. «Eso es lo curioso de este campo —decía—. Nadie puede describir con precisión de qué estamos hablando.» Buonomano y yo quedamos en el vestíbulo de un café y luego fuimos caminando hacia su despacho, atravesando el campus por un bulevar de palmeras. Su fascinación con el tiempo comenzó a los ocho años, cuando su abuelo, que era físico, le regaló un cronómetro por su cumpleaños. Usaba el reloj obsesivamente para cronometrar su rendimiento en diversas tareas que él mismo se asignaba, como hacer un puzle o dar la vuelta a una manzana. Cuando publicó un artículo en la revista *Neuron* presentando su propia investigación sobre el funcionamiento del tiempo en el cerebro, la imagen de portada fue una fotografía de su cronómetro.

Buonomano observaba que, al pensar en el tiempo en la escala de milisegundos, es importante distinguir entre el orden temporal y la estimación temporal (*timing*). El orden temporal es la secuencia en la que suceden los acontecimientos a lo largo del tiempo; la estimación temporal se refiere a la duración de un acontecimiento. Ambos fenómenos son distintos pero funcionan juntos de maneras sutiles. El ejemplo más sencillo es el código morse. Desarrollado en las décadas de 1830 y 1840 para su uso con el telégrafo, el código morse es un lenguaje compuesto íntegramente por pulsaciones (puntos y rayas) y los silencios entre ellas. El código morse internacional actual consta de cinco elementos lingüísticos: un punto básico o «dit»; una raya o «da», cuya duración es igual a tres dits; un silencio de un dit de duración, entre los puntos y las rayas dentro de una letra; un silencio de tres dits de duración entre letras, y un silencio de siete dits de duración entre palabras.

Para expresar e interpretar correctamente el morse, has de manejar bien tanto el orden temporal como la duración. La inversión de la secuencia de

••••— resulta en —•••••
(el número 4) (el número 6)

y calcular mal la duración del elemento del medio de

—•• produce en cambio ——•
(la letra D) (la letra G)

Un buen codificador puede generar y traducir cuarenta palabras por minuto; el récord está en más de doscientas palabras por minuto. A esas velocidades, un solo dit puede durar desde treinta milisegundos o tres centésimas de segundo hasta tan solo seis milisegundos o seis milésimas de segundo. El *Wall Street Journal* entrevistó en cierta ocasión a Chuck Adams, un astrofísico jubilado y codificador que dedicaba su tiempo libre a traducir novelas al código morse. Tras la publicación de su versión a cien palabras por minuto de *The War of the Worlds (La guerra de los mundos)* de H. G. Wells, Adams recibió un correo electrónico de un hombre que se quejaba de que se había excedido ligeramente en el intervalo entre palabras: ocho dits en lugar de los siete habituales. Aquel hombre estaba irritado por un lapso de tiempo que, a la velocidad de traducción de Adam, duraba tan solo doce milésimas de segundo.

Para discernir con precisión duraciones tan breves, no solo una vez sino cientos o miles de veces por segundo, es preciso un agudo sentido de la duración. Pöppel estaba en lo cierto: el lenguaje requiere un reloj. Pero ¿dónde reside este reloj y cómo funciona? Buonomano prevenía contra el hecho de pensar en el reloj de milisegundos en términos literales; las clases de modelos comúnmente diseñados para describir la mente no suelen captar las complejidades del funcionamiento de las neuronas reales. La explicación habitual de nuestra manera de calcular la duración invoca lo que se denomina con frecuencia el modelo temporal del marcapasos-acumulador, que supone que en algún lugar de tu cerebro hay una especie de reloj, quizás un conjunto de neuronas que oscilan a un ritmo constante; estas generan pulsos o tictacs que se recopilan y almacenan de algún modo. Un número determinado de tictacs equivale, pongamos por caso, a noventa segundos y, cuando su suma acumula mucho más de

esa cantidad, te vuelves consciente de que el semáforo rojo en el que estás esperando parece durar demasiado.

Pero el reino de las neuronas no está tan ordenado. «Es muy difícil aplicar la metáfora de la vida real a la vida cerebral», afirma Buonomano. También cree que el reloj de milisegundos no es algo tan definido como un grupo concreto de células cerebrales. Es mucho más probable que el cronometraje de los milisegundos sea un proceso distribuido por la red de neuronas y no localizado en ningún sitio en particular. «El cronometraje es un aspecto tan esencial del procesamiento que no se le va a asignar ningún reloj maestro —afirma—. No se necesita un reloj maestro; ese no es un diseño sólido.»

Cuando un estímulo llega al cerebro (por ejemplo, cuando un dit del código morse llega al nervio auditivo o el ojo registra un destello) provoca una transmisión de excitación eléctrica entre las neuronas. Pasa una señal de una neurona a la siguiente a través de un pequeño espacio o sinapsis por medio de neuroquímicos; estos inducen a la segunda célula a activarse y transmitir su propia señal eléctrica. Imaginemos a un científico que lanza la llave de una puerta por el pasillo a un colega. Pero se tarda un poco, tal vez entre diez y veinte milisegundos, en que se active y se recupere la segunda neurona. Si llega otra señal dentro de esa ventana de tiempo, encontrará la neurona en un estado de excitación diferente al de la señal anterior. Karl Lashley escribió que la mejor manera de ilustrar la situación sería «imaginarse el cerebro como la superficie de un lago». Se produce un estímulo, que genera una señal que entra en la red de neuronas y produce ondas de excitación, como una piedra que cae al agua. Le sucede otra señal, que añade su propio patrón de ondas a la superficie ya ondulante, y así sucesivamente. Lo mismo ocurre todo el tiempo por todo el cerebro. Las neuronas no están ociosas, a la espera de que un dit del código morse las sacuda para que entren en acción; están constantemente atareadas transmitiendo información, descansando brevemente y transmitiendo de nuevo. «El *input* nunca llega a un sistema inactivo o estático, sino siempre a un sistema que ya está activamente excitado y organizado», escribe Lashley.

Estas ondas son efímeras, duran a lo sumo unos centenares de milisegundos, explica Buonomano. No obstante, esto significa que hay un breve lapso en el que la red retiene información sobre lo que acaba de suceder. Dos estados de la red coexisten al mismo tiempo: el patrón de la actividad del estímulo más reciente y el efímero residuo del anterior, ligeramente diferente, que Buonomano designa como el

«estado oculto». Es una clase transitoria de memoria y es la esencia del reloj de milisegundos. La yuxtaposición de ambos estados —la sucesiva presencia, ausencia o el número de picos de excitación de un subconjunto de neuronas— revela información sobre el tiempo transcurrido entre ambos. El reloj no es tanto un contador cuanto un detector de patrones, que compara las sucesivas instantáneas de las ondas de un estanque y convierte su información espacial en información temporal: al superponerse, el estado A y el estado G sugieren que han transcurrido cien milisegundos; el estado D y el estado Q juntos sugieren quinientos milisegundos, y así sucesivamente. En un ordenador, Buonomano realizó simulaciones de redes de neuronas que incorporan estos estados ocultos y descubrió que su modelo funciona: las redes son capaces de discriminar diferentes intervalos de tiempo.

El modelo conduce asimismo a una predicción importante, dice Buonomano. Si dos estímulos tales como dos tonos de audio se suceden en cien milisegundos, más rápido de lo que la red puede reiniciarse, el segundo entrará en una red todavía ondulante con la excitación del primero; además, ese estado oculto alterará el desarrollo del nuevo estado. «El *output* actual de una neurona depende de lo que haya sucedido en su pasado reciente», explica. En otras palabras, si los estímulos idénticos se suceden inmediatamente, los experimentarás como si tuvieran una duración diferente. Buonomano diseñó una ingeniosa serie de experimentos para demostrarlo. En una versión, los voluntarios escuchaban dos tonos breves en rápida sucesión; a continuación se les pedía que calcularan la duración del intervalo entre ellos. El intervalo variaba y resultaba fácil discernirlos hasta que Buonomano introducía un tono «distractor» de la misma duración y frecuencia justo antes del par objetivo. Si los precedía en menos de cien milisegundos, los oyentes calculaban con mucha menos precisión la duración correcta del intervalo entre ambos tonos.

Lo que en realidad sucede, decía Buonomano, es que el distractor altera la duración percibida del primer tono, lo cual desbarata el cálculo del intervalo entre el par. En una variante del experimento, los voluntarios escuchaban un par de tonos, uno más largo que el otro, en rápida sucesión, y acto seguido se les preguntaba cuál de los dos iba primero. Si un tono distractor precedía al par en cien milisegundos, las estimaciones eran mucho menos precisas; al oyente le costaba determinar qué tono era más largo y, en consecuencia, la secuencia correcta en la que se producían ambos. En la escala de milisegundos, la duración y el orden temporal se entrelazan. En efecto, otros investigadores han descubierto que las personas con determinadas

formas de dislexia tienen problemas para discernir el orden correcto de dos fonemas si siguen en rápida sucesión; es posible que esto obedezca a una incapacidad de calcular correctamente las duraciones y los intervalos en la escala de milisegundos. En cualquier caso, el modelo de Buonomano sugiere que, aunque pueda haber un reloj de milisegundos en el cerebro, es un reloj que ni hace tictac ni cuenta los tictacs.

En 1892, William James, a quien a sus cincuenta años, según decía, le «desagradaba el trabajo de laboratorio», traspasó la dirección de su laboratorio de psicología de Harvard a Hugo Münsterberg, un psicólogo experimental alemán con quien había trabado amistad tres años antes en París, en el Primer Congreso Internacional de Psicólogos. Münsterberg había estudiado en Leipzig con Wilhelm Wundt, el mentor de James, y muchos historiadores lo consideran el primero en aplicar la psicología a la industria y a la publicidad. Desarrolló test psicológicos para ayudar a la Pennsylvania Railroad y a la Boston Elevated Railway Company a contratar a los maquinistas y conductores de tranvías más seguros y, tras estudiar el asunto, sugirió que una manera de incrementar la productividad de los trabajadores era reorganizar la oficina para hacer más difícil que los empleados hablasen unos con otros en el trabajo. Escribió numerosos libros, entre los que se incluyen *Business Psychology* [Psicología empresarial] y *Psychology and Industrial Efficiency* (*Psicología de la actividad industrial*), así como populares artículos tales como «Finding a Life Work» [«Encontrar un trabajo para toda la vida»], publicado en 1910 en *McClure's Magazine*, que proponía que los experimentos psicológicos podían contribuir a revelar «la verdadera vocación de un hombre» y a contrarrestar de ese modo «la imprudente elección de profesiones en los Estados Unidos».



A Münsterberg se lo considera asimismo con mucha frecuencia el primer crítico cinematográfico. Se sintió cautivado por los comienzos del cine y en ensayos tales como «Why We Go to the Movies» [«Por qué vamos al cine»] y en su libro de 1916 *The Photoplay: A Psychological Study* [La película: un estudio psicológico] argüía que la película debía considerarse una forma de arte, en parte porque sus efectos reflejan con mucha exactitud el funcionamiento de la mente humana. Münsterberg incorporó el medio a su propio trabajo, desarrollando una serie de test psicológicos que podrían administrarse a los espectadores antes de la proyección principal para ayudar a la gente a «descubrir qué características facultan para el desempeño de trabajos específicos, a fin de que cada individuo pueda hallar el entorno más propicio», explicó en un discurso en la Primera Exposición Nacional de Películas en 1916. Un test, dirigido «a las mentes ejecutivas, que han de ser capaces de captar el significado de una situación tan pronto como se presente», mostraba a los

espectadores una serie de letras revueltas y les pedía que formaran nombres con las letras que estaban dispuestas en un orden diferente del original.



Como sostiene el historiador Stephen Kern, la llegada del cine ofrecía posibilidades narrativas más abiertas. Mientras que la fotografía detenía el tiempo, la película lo liberaba; una historia podía saltar hacia adelante, hacia atrás o hacia un lado a cualquier velocidad. Si se invertía el proyector, podía invertirse también el tiempo: un hombre podría saltar desde el agua con los pies por delante y aterrizar sin peligro en la orilla, los huevos revueltos podían volver a convertirse en yemas. En *The Culture of Time and Space, 1880-1918* [La cultura del tiempo y el espacio, 1880-1918], Kern cita a Virginia Woolf: «Este horrible negocio narrativo del realista: pasar del almuerzo a la cena, es falso, irreal, meramente convencional». Para Münsterberg, la capacidad del cine de saltar hacia adelante y hacia atrás en el tiempo era una simulación casi perfecta del funcionamiento de la memoria humana; el primer plano emulaba la perspectiva íntima de un observador concentrado. «La cámara puede hacer lo que está haciendo nuestra atención en nuestra mente», escribe. En otro lugar añade: «La mente interior que exhibe la cámara ha de residir en esas acciones de la propia cámara mediante las cuales el espacio y el tiempo son superados, y la atención, la memoria, la imaginación y la emoción se imprimen en el mundo corporal».

En las décadas posteriores, la película y el vídeo se han convertido en la principal metáfora ofrecida para explicar, en términos populares, cómo el cerebro percibe el tiempo. El ojo es nuestra cámara, nuestra lente; el presente es una fotografía instantánea de una duración breve, tal vez incluso medible, y el paso del tiempo es un flujo de tales imágenes. Tu memoria etiqueta estos fotogramas a medida que se graban, posibilitando que los sucesos y los estímulos se vuelvan a montar y se

recuerden más adelante, como en una película, en su orden correcto. Esta visión del tiempo ha arraigado profundamente en el corazón de la neurociencia y buena parte de las investigaciones de David Eagleman tienen como objetivo desmentirla. Él desea hacernos saber que el tiempo en el cerebro no se parece al tiempo en las películas.

Una tarde, en su despacho, estaba ansioso por hablarme de un artículo que había escrito recientemente sobre una ilusión conocida como el efecto de la rueda de carro. La ilusión puede verse a menudo en los viejos wésterns, cuando la rueda de radios de una diligencia en marcha aparece rotando al revés. El efecto resulta de un desajuste entre la velocidad de rotación de la rueda y la velocidad de fotogramas de la cámara que la está filmando. Si los radios de la rueda se mueven a más de media rotación pero menos de una rotación completa entre dos fotogramas, los radios parecerán estar rotando hacia atrás.

La ilusión puede producirse en la vida real bajo las condiciones adecuadas de iluminación. Quizás, durante una larga reunión en una sala de conferencias, hayas mirado al ventilador del techo y hayas observado que parecía girar al revés. La causa inmediata son las luces fluorescentes; al parpadear a una velocidad que rebasa el umbral de la conciencia, crean un sutil efecto estroboscópico, descomponiendo el movimiento continuo del ventilador en una serie de imágenes discretas que se proyectan rápidamente en tu retina, al igual que un proyector de cine proyecta rápidamente imágenes fijas sobre una pantalla. El desajuste entre la velocidad de rotación del ventilador y la velocidad del parpadeo de las luces produce la ilusión.

En raras circunstancias la ilusión puede verse bajo la luz del sol continua. En 1996, Dale Purves, un neurocientífico de la Universidad de Duke, logró recrear el fenómeno en el laboratorio. Pintó puntos alrededor del perímetro de un pequeño tambor y pidió a los sujetos que observaran de lado mientras rotaba rápidamente. Cuando el tambor giraba hacia la izquierda, los puntos se movían hacia la izquierda, y luego, unos instantes después, los puntos parecían dar marcha atrás y empezar a moverse hacia la derecha. No todos los sujetos lo veían; algunos lo veían unos segundos después, otros tardaban minutos. Y la marcha atrás no se producía a ninguna velocidad de rotación predecible. No obstante, se percibía; tenía lugar.

¿Por qué? Purves y sus colegas aducían que su ilusión de laboratorio, al igual que la ilusión de la rueda de carro, era una prueba de que nuestro sistema visual está programado temporalmente como una cámara de cine: la ilusión surge de un desfase entre nuestra velocidad de percepción de fotogramas y la velocidad de rotación del

tambor. El hecho de que la ilusión se produzca bajo una iluminación constante «sugiere que normalmente vemos el movimiento, como en las películas, procesando una serie de episodios visuales». Otros varios científicos citaban el estudio como evidencia de que procesamos el mundo como una serie de momentos perceptivos discretos.

Eagleman era escéptico; si de veras percibimos en momentos discretos semejantes a fotogramas, entonces los resultados deberían ser más predecibles y regulares. Por ejemplo, la inversión ilusoria debería ocurrir de manera fiable cuando haces girar la rueda a una velocidad determinada. Como prueba en contra, llevó a cabo lo que él llama «mi experimento de quince dólares». En una tienda de objetos usados, compró un espejo y un viejo tocadiscos. Dibujó una serie de puntos en un pequeño tambor, que colocó sobre el plato giratorio con el fin de repetir el experimento original; a continuación situó el artilugio delante del espejo. Ahora sus sujetos podían observar simultáneamente que el tambor real giraba hacia la izquierda y su reflejo giraba hacia la derecha. Si el cerebro percibe en instantáneas discretas, como una cámara de cine, entonces ambos tambores, el real y el reflejado, deberían invertir la dirección al mismo tiempo.

No fue así; se vio cómo ambos tambores invertían su dirección, pero no simultáneamente. Eagleman concluyó que la ilusión no implica ninguna clase de velocidad de percepción de fotogramas ni tiene nada que ver con nuestra manera de percibir el tiempo. Antes bien, está relacionada con la ilusión de la cascada o efecto posmovimiento, e implica un fenómeno llamado rivalidad. Mientras observas rotar de derecha a izquierda el tambor punteado, se estimula un gran número de neuronas que detectan el movimiento hacia la izquierda. Pero debido a una peculiaridad del funcionamiento de la detección del movimiento, se estimula asimismo un número más reducido de neuronas que detectan el movimiento hacia la derecha. El resultado es una especie de elección. La mayor parte del tiempo gana la mayoría y percibes correctamente el movimiento del tambor. Pero estadísticamente la percepción minoritaria tiene una pequeña probabilidad de prevalecer, lo cual sucede con muy poca frecuencia, generando la ilusión del movimiento hacia atrás. «Se trata de poblaciones de neuronas en competencia —explica Eagleman—. De vez en cuando el pequeño consigue vencer.»

La metáfora de la cámara de cine persiste en la neurociencia en formas más sutiles. Imagínate que una serie de imágenes idénticas, por ejemplo, de un zapato, destellan rápidamente en una pantalla delante de ti. Aunque todas las imágenes tengan la misma duración, la primera siempre parecerá durar más que las siguientes; hasta el cincuenta por ciento más en los estudios controlados. Esto se conoce como el efecto *cameo* o *debut*. (El efecto sucede también, aunque de forma menos acusada, con tonos auditivos tales como pitidos y con pulsos táctiles.) Asimismo, si la serie de imágenes idénticas es interrumpida por una nueva (por ejemplo, si aparece un barco en algún lugar en la secuencia de zapatos), también parecerá durar más, aun cuando tenga la misma duración que las demás. Los científicos lo denominan efecto bicho raro (*oddball effect*).

La explicación habitual invoca el modelo temporal del marcapasos-acumulador: en algún lugar de tu cerebro, operando en pequeñas escalas de tiempo, hay una especie de reloj; genera continuamente pulsos o tictacs, que se recogen y se guardan. Entonces aparece una imagen rara. Al ser nueva, atrae tu atención, con lo que aumenta la velocidad a la que procesas la información relativa al bicho raro, y esto hace que tu reloj interno haga tictac ligeramente más rápido mientras lo observas. Dado que tu cerebro recopila comparativamente más «tictacs» mientras observas el bicho raro, percibes la duración del bicho raro como más larga. Es como si estuvieras viendo una película y la aparición de la imagen rara ralentizara momentáneamente la velocidad de los fotogramas, prolongando el momento. Un científico ha descrito la experiencia del bicho raro como una «expansión subjetiva del tiempo».

A Eagleman eso no lo convencía. Imagínate que estás viendo una persecución en una película y el coche de policía sale volando por una rampa. Si ralentizaras esa secuencia, tanto el audio como el vídeo se verían afectados, de suerte que también oirías la sirena en un tono más bajo. En la vida real, sin embargo, las distorsiones de la duración no parecen implicar más de una modalidad sensorial cada vez. «El tiempo no es una cosa», me explicó Eagleman: el tiempo en el cerebro no es un fenómeno unificado. ¿Cómo se explica entonces el efecto bicho raro? Probablemente no mediante la atención, cree él. En primer lugar, la atención es lenta. Cuando de repente «prestas atención» a algo, tus recursos atencionales tardan al menos ciento veinte milisegundos (más de una décima de segundo) en concentrarse en el objetivo. No obstante, experimentarás el efecto bicho raro incluso cuando las imágenes se te muestren a una velocidad mucho mayor. Además, si fuese la atención lo que hiciera

dilatarse el tiempo, entonces aquellas imágenes que captasen aún más la atención deberían acentuar el efecto bicho raro. Ahora bien, cuando Eagleman realizó el experimento con «bichos raros escalofriantes» (imágenes de arañas, tiburones, serpientes y otros elementos de una base internacional de datos clasificados en función de su prominencia emocional), estos no ralentizaron el tiempo en mayor medida que los bichos raros habituales.

Tal vez la explicación usual confundía los términos, pensaba. No es que las imágenes iniciales y raras parezcan durar un poco más que las normales; sus duraciones *son* normales. Antes bien, las duraciones de las imágenes subsiguientes, ahora familiares para el cerebro, son ligeramente inferiores a las normales, por lo que las imágenes iniciales y raras parecen más largas en comparación. Las raras no se dilatan en el tiempo: las familiares se contraen. Los estudios sobre la fisiología cerebral sugieren que sucede algo de esta índole. Utilizando electroencefalogramas, escáneres PET y métodos similares de monitorización de la actividad de las neuronas, los científicos han descubierto que cuando los sujetos ven (u oyen, o sienten) una secuencia de estímulos repetidos o familiares, las velocidades de activación de las neuronas relevantes disminuyen conforme progresa la serie, aunque el observador no experimente conscientemente cambio alguno. Es como si, con cada visión sucesiva de una imagen idéntica, las neuronas se tornaran más eficientes al procesarla. El fenómeno, conocido como supresión de la repetición, puede ser una forma de que el cerebro conserve energía; también puede ser una forma de posibilitar que el observador reaccione con mayor rapidez a los sucesos repetidos o familiares. Básicamente, las neuronas aminoran la marcha, una economización esencialmente ignorada por la mente consciente.

Eso podría explicar los efectos del debut y del bicho raro. Según la explicación habitual, la imagen rara atrae más atención, lo cual requiere energía adicional, que parece dilatar la duración del bicho raro. Pero si la supresión de la repetición es responsable, entonces sucede lo contrario: las imágenes sucesivas contraen su duración, las raras parecen expandirse en comparación y atraen la atención. La atención no distorsiona el tiempo; el tiempo distorsiona con el fin de atraer tu atención. Se trata de un nuevo golpe para el ego; consideramos la atención como la expresión de nuestro yo consciente —«Ahora me fijaré en esto»—, pero se trata de otra respuesta provocada, como la risa del público en esas comedias de situación supuestamente en directo en un estudio ante el público.

Se asume habitualmente que las ilusiones temporales se producen porque en algún nivel el cerebro controla la duración real. Parece como si, en algún lugar del cerebro, hubiera un reloj que siguiera el ritmo del tiempo «real» y nos informara cuando nuestra experiencia se desviase de él. Pero muchos científicos están empezando a preguntarse si eso es realmente así. «El cerebro no codifica el tiempo físico, solo el tiempo subjetivo», me explicó un prominente psicólogo. La idea se remonta cuando menos a William James, quien sostenía que no podemos comunicar la duración real sino únicamente nuestra percepción de la duración. La explicación corregida del efecto bicho raro parece apuntalar ese argumento. La imagen rara no parece durar más que la normal, solo parece durar más que la imagen que la sigue; tu evaluación de una duración no se hace de manera aislada, sino solo en comparación con la duración de otro estímulo.

«Puede que no exista un sentido en el que podamos entender la duración en su forma pura», dice Eagleman. Nuestro reloj de la duración, como cualquier reloj, solo resulta significativo en relación con otro reloj. «No puedes conocer siquiera la diferencia entre una dilatación temporal y una contracción temporal. Solo puedes hacer una pregunta relativa: ¿cuál parecía más larga? Ni siquiera sabemos cuál es la “normal”.»

Eagleman había comenzado un experimento con IRMf para explorar la idea, así que me ofrecí voluntario. La imagen por resonancia magnética funcional es una tecnología que monitoriza el flujo de sangre oxigenada a través del cerebro de un sujeto. El voluntario de la investigación yace inmóvil mientras efectúa una tarea mental y la IRMf revela aproximadamente qué regiones del cerebro están implicadas. En este experimento, a los sujetos se les ofrecería una versión básica del test del bicho raro. Me enseñarían una serie de cinco palabras, letras o símbolos, tales como «1..., 2..., 3..., 4..., enero», y me preguntarían si había aparecido un elemento extraño, mientras que la IRMf detectaría si las neuronas se volvían más o menos activas durante el elemento extraño. Probablemente experimentaría una distorsión de la duración durante la IRMf, decía Eagleman, pero no me preguntarían al respecto. Lo que importaba era mi respuesta neuronal, no mi respuesta consciente.

El laboratorio de IRMf estaba al final del pasillo. Una asistente vigilaba una consola de ordenador; justo detrás de esta había una larga ventana que daba a la sala de la máquina. Me pidió que vaciara mis bolsillos de cualquier cosa metálica; yo le

entregué mi bolígrafo, unas monedas y el reloj de mi suegro. El experimento duraría unos cuarenta y cinco minutos, durante los cuales yo yacería inmóvil en un espacio reducido. Se me ocurrió que, además de toda la energía mental que el experimento requiriese, necesitaría tratar de recordar en lo posible lo que estaba a punto de suceder, ya que no sería capaz de llevar un registro escrito de ello. Le comenté a la asistente que nunca había estado en una IRMf.

«Padece claustrofobia?», me preguntó.

«No lo sé —le dije—. Lo averiguaremos.»

La máquina tenía una abertura redonda desde la cual se extendía una larga bandeja metálica. Me tumbé en ella; la asistente me dio unos auriculares y un mando a distancia para mi mano derecha y colocó sobre mi cara una jaula semicircular, como una máscara de receptor de béisbol. Me cubrió con una sábana para calentarme y luego salió de la sala y presionó un botón, y me deslicé de cabeza dentro del tubo.

El recinto era apenas más amplio que mi cuerpo. Alrededor y a través de mí sentía un pulso constante de los imanes que movían la máquina. Me vino a la mente la idea de que yo era una especie de útero. Dentro de mi máscara de receptor, a siete u ocho centímetros de mis ojos, había un pequeño espejo; estaba orientado de manera que, sin moverme, podía mirar por encima de mi cabeza, como por un periscopio, hasta el extremo del tubo, donde podía ver una pantalla de ordenador en blanco, una luz al final de un túnel. Resultaba desorientador y por mi mente revoloteaban extrañas ideas. Estaba haciendo el pino a cierta distancia del suelo. Estaba mirando por una portilla. Era el homúnculo de alguien y me asomaba por el iris. El único sonido era una pequeña vibración o titileo, como de un viejo proyector de cine, y por un momento me pregunté si iba a ver una película muda o quizás una película casera de mi pasado.

Entonces algo dejó de funcionar. El programa de *software* que dirigía el experimento se quedó colgado; en lugar de una pantalla blanca ahora veía un ordenador plagado de código de programación. La voz tranquilizadora de una estudiante de posgrado me llegó por los auriculares asegurándome que solo sería un momento. Un cursor saltaba por la pantalla, tecleando en un lenguaje incomprensible de letras y símbolos. De repente tuve la sensación muy real, cautivadora a la par que espeluznante, de estar asomándome al sustrato de programación de mi propia mente. Era HAL en 2001 observando cómo un humano trataba de repararme. O no tenía ningún problema ni había ningún estudiante de posgrado; simplemente estaba

reflexionando sobre mi situación y, por algún fallo técnico fortuito, había levantado el telón del mecanismo de reflexión.

La pantalla volvió a ponerse blanca y el experimento comenzó finalmente. Fueron apareciendo una a una palabras o imágenes individuales: «Cama... Sofá... Mesa... Silla... Lunes». Luego: «Febrero... Marzo... Abril... Mayo... Junio...», y así sucesivamente. Después de cada serie, aparecía tecleada en la pantalla una pregunta: «¿Había algún elemento extraño?». Mi tarea consistía en presionar un botón de mi mando a distancia (el izquierdo para el sí, el derecho para el no) para indicar si había visto o no algo que violase la categoría más amplia. El procedimiento se repitió una y otra vez. Las cinco palabras o imágenes aparecían en rápida sucesión, seguidas por una pausa prolongada antes de que se mostrase la pregunta, durante la cual la pantalla quedaba en blanco. Había recibido instrucciones de no apretar el botón del sí o del no hasta que apareciese la pregunta. Mientras esperaba, descubrí que me quedaba en blanco. Mi memoria se desvanecía, perdía el control del pasado, de modo que, cuando aparecía la pregunta, yo luchaba por recordar las palabras o imágenes que acaba de ver hacía solo unos instantes. *Elemento extraño (oddball)*, ¿qué significaba *elemento extraño*?

Me quedo dormido. Tan pronto como acaba la serie y llega la pausa blanca, apoyo el dedo en el botón correcto por si no recuerdo lo que hacer cuando llegue el momento de elegir sí o no. Cuando aparece cada imagen, cobra protagonismo y parece siempre presente, pero luego se marcha. Diría que estoy perdido en el ahora, pero un goteo de pensamientos avanza desde o hacia un futuro impreciso: tengo un poco de hambre, los auriculares están empezando a hacerme daño en la cabeza, se me están durmiendo los pies, ¿cuántas preguntas más habrá? Me quedo dormido. Me despierto. ¿Estoy en el más allá? Puede que esté dando a luz algo, o puede que algo me esté dando a luz a mí: una idea, un código, una palabra.

Por fin me sacan del tubo metálico y me percato de que vuelvo a ser yo mismo, completamente vestido, en un laboratorio de Houston. La asistente del laboratorio retira la sábana y abre la jaula que cubre mi cara. Cuando salgo, me entrega un CD que contiene un centenar de extrañas imágenes en blanco y negro del interior de mi cabeza: este es mi cerebro en el tiempo. Dentro de unos meses, cuando Eagleman haya examinado con la IRMf a unas cuantas docenas de sujetos y haya analizado los datos, los resultados significarán algo. Por el momento soy un punto de datos en un conjunto creciente de puntos de datos.

«Enhorabuena —dice la asistente animadamente—. ¡Ahora ya forma parte de la familia!»

¿Y si el tiempo no fuera más que otro color?

Eagleman ha llegado a pensar que la percepción del tiempo, al menos en la escala de milisegundos, es una cuestión de eficiencia en la codificación. Tu estimación de la duración de un estímulo es una función directa de la cantidad de energía gastada por tus neuronas al procesarlo; cuanta más energía consume tu cerebro al representar algo, más parecerá haber durado el suceso.

Los bichos raros o elementos extraños son una línea de evidencia. Cuando ves una serie de imágenes idénticas, disminuye la amplitud de tu respuesta neuronal; tus neuronas consumen menos energía al reproducir la imagen una y otra vez. Esas imágenes se registran como si tuvieran una duración más corta, pero tú no eres consciente de ello hasta que aparece una imagen rara, que parece durar más en comparación. En busca de más evidencias, Eagleman recopiló todos los artículos de revistas que pudo encontrar sobre el tema: en torno a setenta estudios diferentes que implicaban duraciones de un segundo o menos. Todos parecían reforzar su hipótesis. Supongamos que aparece brevemente un punto en una pantalla de ordenador y se te pide que juzgues su duración: cuanto más brillante el punto, más parecerá haber durado. Asimismo, un punto más grande parece durar más tiempo que uno más pequeño; un punto móvil parece durar más que uno estacionario; uno que parpadea rápidamente parece durar más que uno que parpadea despacio. En general, cuanto más intenso es un estímulo, más larga es su duración percibida. Asimismo, los números más altos parecen tener duraciones percibidas más largas que los más bajos. Si se te muestra un número como «8» o «9» durante medio segundo aproximadamente, parecerá durar más que un número más bajo, como «2» o «3», que sea visualmente del mismo tamaño y se muestre durante un tiempo idéntico. Los estudios de imágenes cerebrales revelaron resultados paralelos: un objeto más grande desencadena en el observador una respuesta neuronal mayor que un objeto pequeño; un objeto más brillante provoca una respuesta neuronal más fuerte; los objetos que se mueven o parpadean más deprisa o lo cubren todo desencadenan una respuesta neuronal más intensa. El tiempo, la duración, parece ser la manera cerebral de expresar cuánta energía se consume en una tarea.

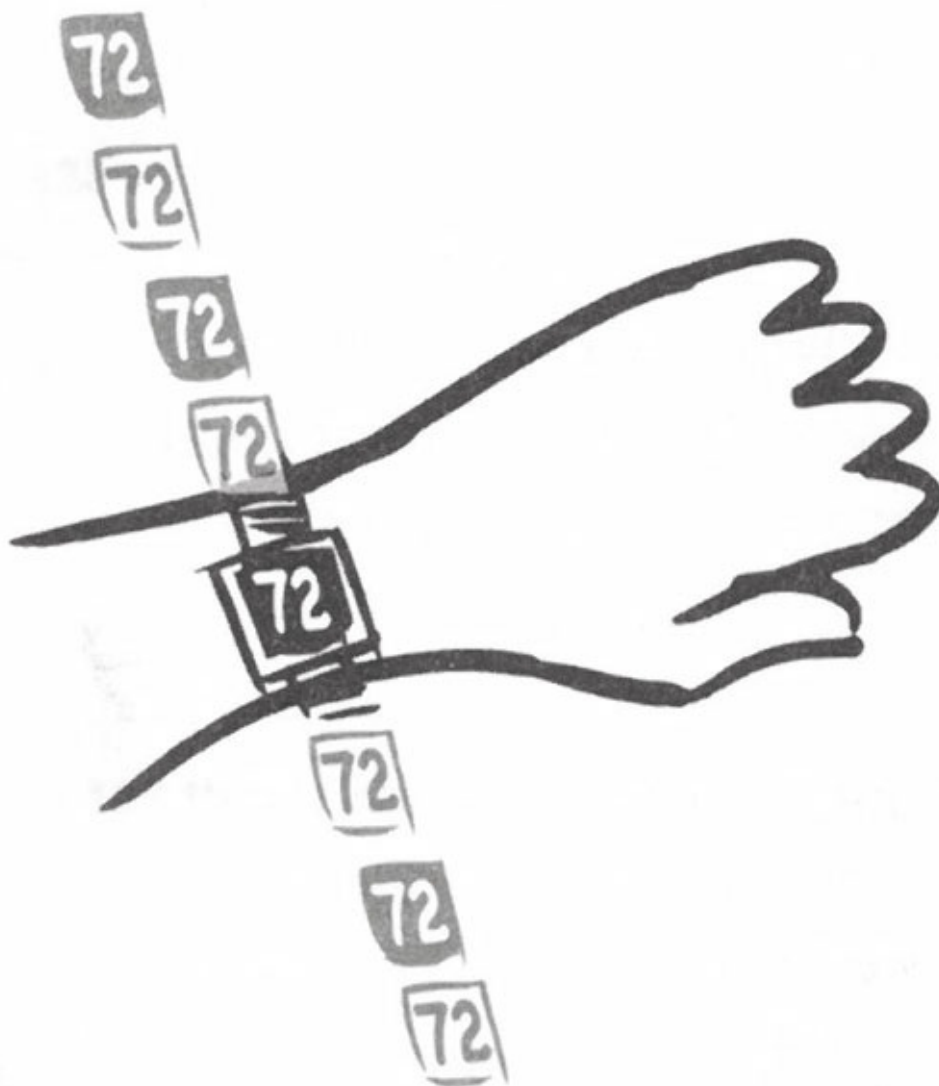
En ese sentido, la duración puede asemejarse mucho al color, dice Eagleman. Los colores no existen físicamente en el mundo; antes bien, nuestro sistema visual detecta determinadas longitudes de onda de la radiación electromagnética (un estrecho espectro de ellas, en realidad) y las interpreta como rojo, naranja, amarillo, y así sucesivamente. La «rojez» no está ligada a una manzana roja, sino que surge en la mente, como una traducción de la energía que irradia del objeto. Puede que la duración sea asimismo pintada por la mente. «En el laboratorio, podemos hacer que algo parezca durar más o menos, porque no hay ningún sentido en el que el tiempo sea una “cosa verdadera” que tu cerebro se limite a registrar pasivamente», sostiene. La idea de que el tiempo puede no ser más real que el color «suena completamente disparatada —admite—. Obviamente, si alguien escuchara tal cosa, diría: “¿Y qué ocurre con la trayectoria de mi sentido del yo? ¿Qué ocurre con el relato de mi vida?”».

Una tarde me monté en la camioneta de Eagleman y nos dirigimos a Dallas, al parque de atracciones Zero Gravity Hill, que estaba a cuatro horas. No tardamos mucho en dejar atrás los suburbios de Houston y entrar en las planicies de Texas: áridas, marrones, vacías de todo excepto paradas de camiones y restaurantes de comida rápida. En cierto momento pasamos un gran letrero de madera que rezaba: «Perdido: el mapa es mi libro». ¿O era «el libro es mi mapa»? Lo pasamos acelerando hasta ciento treinta.

El experimento de caída libre se ha convertido desde entonces en una especie de distintivo para Eagleman. La idea es sencilla: el voluntario se coloca en una situación (en este caso, una caída libre controlada) lo suficientemente aterradora para hacer que el tiempo parezca ralentizarse y Eagleman trata de medir lo que significa exactamente que «el tiempo se ralentiza». Se trata de una recapitulación del accidente de su infancia, pero conecta también con la metáfora cinematográfica: cuando el tiempo se ralentiza, ¿cuán amplia es esa percepción? A esas alturas yo había leído y escuchado numerosas experiencias personales de la detención del tiempo. Incluso mi madre me contó una historia: iba conduciendo un buen día por la autopista cuando cayó directamente delante de ella una nevera de un camión y ella viró, aparentemente a cámara lenta, para esquivarla. Pero a mí nunca me había ocurrido nada semejante. Por 32,99 dólares más impuestos, la caída libre de Zero Gravity parecía una forma

segura y sencilla de acceder a esta experiencia supuestamente profunda y psicodélica, así que me apunté para hacerlo.

La clave del experimento era un dispositivo similar a un reloj de pulsera que había diseñado Eagleman; él lo llamaba «cronómetro perceptivo». Tenía un gran marcador digital, pero en lugar de la hora mostraba un número y su imagen en negativo, en rápida sucesión, del siguiente modo:



Cuando la velocidad de alternancia es relativamente lenta, el portador puede distinguir el número, pero cuando aumenta el ritmo hasta superar un determinado umbral, las imágenes se superponen perceptivamente y se anulan mutuamente, de suerte que el portador ve tan solo una pantalla en blanco. El umbral es diferente para cada participante; antes de la caída libre, Eagleman calcula cuál es para cada individuo y eleva unos milisegundos la velocidad de alternancia. Yo llevaría el dispositivo y lo observaría durante la caída. Si en efecto se ralentizaba el tiempo, yo

debería ser capaz de percibir más por unidad de tiempo y distinguir correctamente el número en el marcador.

El parque de atracciones estaba a unos pocos kilómetros de Dallas, pasada una serie de gasolineras y por una pista de tierra bordeada de árboles jóvenes a los que les estaban creciendo las hojas. Cuando nos aproximábamos pude ver, sobre las copas de los árboles, la mitad superior de una estructura metálica larguirucha; se asemejaba vagamente a la Torre Eiffel, pero era mucho más baja y estaba pintada de azul. Eagleman advirtió que yo estaba tomando notas y me ofreció una voz en *off* narrativa: «Bajan por una pista de tierra, una torre en la distancia...».

Yo me había imaginado un gran parque de atracciones abarrotado, en la escala de los parques de la cadena Six Flags. Pero solo había un pequeño edificio blanco donde se vendían las entradas y, detrás de él, cinco atracciones emocionantes. La más grande era la torre azul que había divisado a distancia: la atracción de treinta metros de caída libre Nothin' but Net. Habíamos ido un viernes por la tarde y solo había otras dos personas, dos jóvenes, claramente gemelos idénticos, con sonrisas brillantes y pelo rapado. Uno de ellos iba a casarse al día siguiente.

Cuando Eagleman y sus colegas comenzaron a pensar en cómo diseñar el experimento, fueron al parque temático de Astroland y montaron en todas las montañas rusas, pero ninguna parecía lo bastante escalofriante como para inducir una distorsión en la duración. A simple vista, esta tampoco se me antojaba muy escalofriante, aunque las otras atracciones sí. El Texas Blastoff era un tirachinas gigante: una esfera metálica, lo bastante grande como para contener a dos pasajeros sentados, colgada, entre dos postes distantes treinta metros, de unas gruesas cuerdas parecidas a las que se utilizan en el *puenting*; la esfera se bajaba hasta el suelo y luego se lanzaba al aire y podía botar y girar. El Skyscraper (Rascacielos) parecía un molino de viento de dos palas de cincuenta metros de altura; en el extremo de cada pala había una cápsula para un solo pasajero y toda la atracción giraba a una velocidad desagradable. Nothin' but Net parecía tranquila en comparación: una pequeña plataforma cuadrada en la cima, a sesenta metros de altura, y dos redes, una bajo la otra y a cincuenta metros del suelo, tendidas entre las cuatro patas de la torre.

«He de decir que es totalmente segura», aseguró Eagleman. De algún modo, hasta entonces nunca me había planteado seriamente la cuestión de la seguridad. «He consultado todas las estadísticas al respecto; jamás ha habido un accidente.»

Nos sentamos en una mesa de pícnic y observamos a los gemelos. Estaban en la plataforma pertrechados de arneses, con el operador de la atracción, un hombre musculoso en camiseta. La plataforma tenía una abertura cuadrada en el centro; el operador ató un cable a la parte delantera de uno de los gemelos y lo colocó cuidadosamente de espaldas al suelo sobre la abertura y luego a través de ella, hasta dejarlo colgado justo por debajo de la plataforma. Entonces el gemelo cayó en picado como una pequeña roca en la red, que se hinchó por el impacto. Un par de minutos después cayó el otro gemelo. Eagleman sugirió que calculase cuánto tiempo habían durado sus caídas y anotó los números: 2,8 segundos, 2,4 segundos. Cuando los hermanos acabaron, caminaron hacia nosotros con los ojos bien abiertos. «La caída es más larga de lo que uno piensa», comentó uno de ellos.

Era mi turno. Las redes habían descendido hasta el suelo para que bajaran los gemelos. Luego descendió la plataforma, como un ascensor, y me monté yo. El operador me ayudó a ponerme el arnés del cuerpo, que era sorprendentemente pesado. Su peso estaba cuidadosamente calculado para que yo no rodase durante la caída, me explicó, a fin de que aterrizase en la red de espaldas, semirreclinado. Sujetó mi arnés a una barandilla para evitar que pudiera caer accidentalmente antes de que la red estuviera colocada. Entonces la plataforma se estremeció y comenzó a elevarse. Cuando nos acercábamos a la cima, los cables que levantaban la plataforma empezaron a chirriar de una manera perturbadora y nos balanceamos ligeramente con la brisa. De repente recordé que padezco un miedo terrible a las alturas; miraba a mi alrededor y hacia arriba, a todas partes salvo al agujero que se abría debajo de mí en el medio de la plataforma. A menos de un kilómetro podía ver buldóceres y otras excavadoras que levantaban nubes de polvo gris en una cantera de grava. En la otra dirección, al otro lado de la carretera, estaban construyendo un circuito de karts, y más allá estaba la autopista.

La plataforma se detuvo. El operador me desenganchó de la barandilla y luego enganchó un cable desde arriba a la parte delantera de mi arnés. Sus movimientos eran rápidos y clínicos como los de un verdugo. Me propuso que soltara la barandilla y noté que mis manos la estaban apretando con fuerza; tardé unos instantes en soltarme. Me indicó que me situase de espaldas a la abertura y luego me inclinase hacia atrás sobre ella y dejase que mi peso tirase del cable hasta tensarlo. Podría haber sido un niño en un columpio, salvo que estaba a sesenta metros de altura, temblando con la brisa.

Con sumo cuidado, me situó sobre la abertura y me bajó lentamente por ella. Hizo algunos ajustes finales. Estaba colgado y miraba hacia arriba, a mi cordón umbilical metálico, a mis manos que lo agarraban, al cielo. Quizás porque ya no podía ver el suelo, mi terror había disminuido un poco. La atracción de la gravedad era poderosa, casi magnética y extrañamente reconfortante.

Tenía que soltar el cable, dijo el operador. Contra todo instinto, lo hice. Apreté el puño de mi mano izquierda y lo sujeté firmemente con mi mano derecha; de esa forma, el dispositivo de Eagleman, que estaba atado con una correa a mi antebrazo izquierdo, estaría directamente a la vista mientras caía. Fijé la mirada en su ventanita, donde, supuestamente, algún número zumbaba hacia mí (positivo, negativo, positivo, negativo, demasiado rápido para distinguirlo), y esperé a regresar a la tierra.

Y acto seguido estoy cayendo.

Recuerdo el clic metálico cuando el gancho de mi arnés se suelta del cable. Pero el sonido viene después. Primero e inmediatamente estoy siendo tirado, casi arrancado, hacia abajo, como si estuviera pegado a un ancla o a un peso muerto que hubiera sido lanzado por la borda, y entonces me doy cuenta de que el peso soy yo: yo soy el ancla que se hunde.

Solo entonces, *a posteriori*, detecta mi oído el clic del gancho del arnés. Estoy sin sujeción. Siento una presión en el estómago inducida por mi aceleración hacia abajo. Se intensifica y me mareo; temo que no se detenga nunca, sino que crezca y me aplaste desde dentro. «Veo que el tiempo es una especie de presión o tensión — escribió Agustín—. Y me sorprendería mucho que no fuese la propia tensión de la conciencia.» No tengo pensamientos; soy todo tensión, puro peso.

Mi propia definición del presente carece de rigor científico: justo el tiempo suficiente para darte cuenta de que estás pensando en el presente, y entonces ya has pasado al momento siguiente. Mientras caigo, se acumulan las sensaciones (el clic del arnés que se suelta, la pesadez plomiza de mi cuerpo) y siento que mi conciencia las une, fundiéndolas en torno a una palabra o un término que capte la situación. Está emergiendo un pensamiento, casi existe, es... «¿Cuánto tiempo durará esto?». Y, con el carácter definitivo del cemento, acaba. Caigo en la red, me hundo y me bajan al suelo.

Durante el camino de regreso a Houston no me sentía bien. Me dolía el cuello del aterrizaje en la red, que no era tan suave como me había imaginado, y tenía dolor de cabeza. Tenía sed. Estaba francamente desinflado. Una vez, años atrás, fui a hacer paracaidismo. Recuerdo vívidamente la sensación de puro terror mientras nuestra pequeña avioneta daba vueltas a cuatro mil doscientos metros, una lancha motora en el cielo; la fe que hacía falta para saltar al vacío, y luego el ocio de la caída, que a velocidad terminal no parecía caída en absoluto. De algún modo me había imaginado una experiencia similar en Dallas: una oportunidad algo más que efímera de asimilar mi entorno, de observar desvanecerse el cielo. Ahora todo había acabado, con tan poco que recordar.

Eagleman me había dado instrucciones para que mantuviera la vista puesta en el cronómetro mientras caía a fin de distinguir el número que marcaba. Ahora me preguntó al respecto.

«Oye, ¿viste el número?»

No lo había visto. El resplandor del sol había cegado mi visión del marcador, o tal vez había colocado el brazo en un mal ángulo. Eagleman ya había realizado el experimento con veintitrés voluntarios; una muestra muy pequeña, reconocía sin reparos. Por término medio, contaban que sus caídas habían durado un treinta y seis por ciento más que las caídas que habían observado. Pero ninguno de ellos había sido capaz de leer el número en el dispositivo de la muñeca.

«No somos capaces de ver a cámara lenta, lo que podríamos hacer si la percepción visual fuera como una cámara de vídeo —explicó—. Si estuvieras ralentizando un treinta y cinco por ciento el tiempo, si estuvieras ralentizando un treinta y cinco por ciento una cámara cinematográfica, te resultaría fácil leer esos números en la pantalla a la velocidad a la que los presentábamos. Puedes distorsionar la duración, pero no es el “tiempo” lo que se ralentiza.»

¿Entonces por qué mi propia caída parecía haber durado más tiempo que la que había observado? Asumí que tenía que ver con la adrenalina, pero esta funciona relativamente despacio, observó Eagleman: primero el sistema endocrino recibe una notificación, que libera hormonas que provocan que las glándulas suprarrenales liberen sus hormonas. El factor más probable es la amígdala, una región cerebral del tamaño de una nuez que está implicada en el registro de recuerdos, especialmente los emocionales. Las neuronas de los ojos y los oídos están conectadas directamente con la amígdala, que puede gritar mensajes al resto de tu cerebro y de tu cuerpo. La

amígdala es un megáfono que amplifica y transmite las señales entrantes para atraer la atención inmediata; puede responder en una décima de segundo, más rápido que otras regiones cerebrales superiores tales como la corteza visual. Si ves una serpiente o una forma regular que se le parece, la amígdala da la voz de alarma, permitiéndote saltar antes de que te des cuenta de lo que has visto. Y dado que la amígdala está conectada a todas las partes del cerebro, también puede actuar como un sistema de memoria secundario almacenando recuerdos de una forma particularmente rica.

Un cuerpo en caída libre «está en modo de pánico total, obra en contra de todos tus instintos darwinianos —me explicó Eagleman—. Tu amígdala está gritando». Tus sensaciones del suceso, aunque efímeras, pasan por la amígdala, donde ganan una textura añadida al introducirse en la memoria; es algo parecido a grabar un vídeo en alta resolución en lugar de con calidad estándar. En retrospectiva, cuando estás en el suelo reflexionando sobre la caída, la riqueza añadida de la memoria crea la impresión de que la caída duró más tiempo. Mucho más difícil es saber si esa distorsión de la duración resulta útil, si puedes responder, de hecho, con más rapidez o sabiduría. «Son muchas las cosas que el experimento no puede ni confirmar ni excluir —sostiene Eagleman—. Pero lo que puede excluir al menos es que el mundo entero se ralentice como una cámara de cine. A estas alturas no disponemos de ninguna evidencia de que pueda suceder tal cosa.»

Adam tiene diez meses; es un bebé fuerte de grandes ojos marrones. Está sentado en una cómoda trona en una sala pequeña, oscura y prácticamente insonorizada de un laboratorio de psicología, y su mirada va y viene entre dos monitores de ordenador colocados uno al lado del otro sobre una mesa delante de él. En cada pantalla se está proyectando un vídeo. En ambos aparece la cara de una mujer que mira directamente a Adam y habla despacio. Es la misma mujer en los dos vídeos, con la misma expresión sonriente y de ojos brillantes, pero no hay audio, solo el movimiento de sus labios.

De vez en cuando, para tranquilizarse, Adam mira a su madre, sentada en silencio cerca de él. Entre los dos monitores hay una cámara pequeña que apunta a Adam y transmite un vídeo en directo de su cara a un monitor de ordenador situado fuera de la sala, donde dos asistentes de laboratorio y yo observamos cómo los ojos de Adam miran hacia todos lados y su expresión pasa del interés a la cautela, al aburrimiento y de vuelta a la curiosidad en el lapso de unos pocos segundos. Detrás de nuestro monitor hay una ventana unidireccional, con una visión directa de Adam y su trona. La disposición recuerda a una divertida atracción de feria: observamos a Adam a través de la ventana mientras él observa los dos rostros en sus monitores, y simultáneamente observamos su cara, que aparece en nuestra pantalla. De vez en cuando, Adam mira directamente a la cámara y yo tengo la breve y espeluznante sensación de que nos está mirando o sabe que nosotros lo miramos a él. Su mirada regresa enseguida a los dos rostros que tiene ante él; mira, señala, levanta las cejas. Bajo la luz tenue, con su arnés de cinco puntos, Adam recuerda un poco a un piloto o un astronauta que mira al espacio.

El laboratorio pertenece a David Lewkowicz, un psicólogo del desarrollo de la Universidad Northeastern. Lewkowicz lleva treinta años tratando de entender cómo la mente en ciernes ordena e interpreta la información sensorial que afluye desde el

momento mismo del nacimiento e incluso antes. ¿Cómo rastrea el cerebro los tiempos de llegada de las diferentes informaciones y cómo los integra para brindarnos una experiencia unificada? ¿Cómo sabe qué propiedades y sucesos van juntos en el tiempo? El poder y la sutileza de esta habilidad resultan evidentes en los dos vídeos que Adam tiene delante. Al espectador adulto le parece inmediatamente obvio que la mujer está diciendo algo diferente en cada vídeo, aun cuando no haya audio; los movimientos de los labios en las dos pantallas no son los mismos. Tras unos instantes, se escucha el sonido y se torna audible la voz de la mujer. «Levanta —dice en tono cantarín—. Levántate ya. ¡Hoy vamos a desayunar avena! Luego tendremos tiempo para pasear por la casa...» El monólogo se corresponde con la cara parlante de la izquierda; yo emparejo el audio y el vídeo de manera tan instintiva (el sonido y el movimiento de los labios se sincronizan al instante) que su discurso atrae inmediatamente mi atención; la otra cara bien podría no estar allí. A veces, en cambio, se vuelve audible un monólogo diferente («¿Me vas a ayudar a arreglar la casa hoy?») y lo conecto inmediatamente con la pantalla de la derecha. Algunos ensayos usan el rostro brillante y sonriente de una mujer diferente, y su voz suena en español. Tan poderosa es la capacidad del adulto para detectar la sincronía que, incluso sin entender el idioma, sé a cuál de los dos pares de labios en movimiento corresponden sus palabras.

¿Posee el bebé la misma capacidad? Parecería improbable. El recién nacido no oye bien, no puede concentrarse visualmente en algo que esté a mucho más de treinta centímetros de distancia y posee una experiencia limitada del mundo. «El bebé, asaltado por los ojos, los oídos, la nariz, la piel y las entrañas al mismo tiempo, siente una confusión tremenda y zumbadora», sugirió William James en 1890. Tal vez. Pero Lewkowicz ha descubierto que los infantes comienzan a extraer el orden del torbellino sorprendentemente pronto. Ha realizado el experimento de la cara parlante con centenares de bebés y niños pequeños. Observan las dos caras, una al lado de la otra, con los labios moviéndose en silencio, durante un minuto. Luego aparece el sonido y los investigadores observan la pantalla para ver si los ojos del bebé observan durante más tiempo una cara parlante que la otra. Con una extraordinaria consistencia, los niños de tan solo cuatro meses expresan una preferencia por la cara que concuerda realmente con la voz, a pesar de que el niño jamás había visto esa cara, no entiende las palabras y puede que ni siquiera esté familiarizado con la cadencia del lenguaje.

En lugar de ello, sostiene Lewkowicz, hace el emparejamiento correcto por el medio más simple: conectando los inicios y las paradas del flujo sonoro con los inicios y las paradas del flujo visual. El infante capta la sincronización, reconociendo cuándo las cosas suceden juntas en el tiempo. *Pronto* vendrá pronto; *finalmente*, más tarde. Pero primero, y desde una edad muy temprana, los humanos distinguen el ahora del no ahora, y esa distinción es lo suficientemente poderosa para poner en marcha nuestro desarrollo sensorial. «Eres legalmente ciego —dice Lewkowicz—. Tu oído apenas funciona. O bien es una confusión tremenda y zumbadora, o bien dispones de algún mecanismo básico realmente primitivo que te permite funcionar. Y ese mecanismo es la sincronía.»

En 1928, destacados físicos, filósofos y científicos naturales de Europa se reunieron en Davos, en los Alpes suizos, para participar en una conferencia y un intercambio de ideas. Hasta entonces, el resort alpino había sido conocido principalmente como un sanatorio, un refugio de aire puro para recuperar las mentes y los cuerpos endeblés. Hans Castorp, el protagonista de la novela de Thomas Mann de 1924 *La montaña mágica*, acude a Davos para visitar a un primo tuberculoso; penetra en el ritmo lánguido de las montañas, echa un vistazo a su reloj de bolsillo y considera la naturaleza subjetiva del tiempo, que Mann ha destilado de Heidegger, Einstein y otros pensadores contemporáneos. Castorp se pregunta por qué los mineros, atrapados en una cueva, emergen diez días después pensando que solo han transcurrido tres. ¿Por qué «el interés y la novedad disipan o acortan el contenido del tiempo, en tanto que la monotonía y la vacuidad entorpecen su paso»? ¿Qué pensamos de un hombre que se permite el hábito de decir «ayer» para referirse a «hace un año»? Asimismo se pregunta: «¿Existen dominios herméticamente sellados fuera del tiempo?».

En 1928, con el declive de la tuberculosis y del negocio del hospicio, Davos comenzó a reconvertirse en un balneario intelectual. Einstein fue invitado a presidir la primera conferencia de Davos. Gandhi dio una charla, al igual que Freud. También participó el psicólogo suizo Jean Piaget, que a sus treinta y un años ya era conocido por sus estudios sobre cómo llegan a entender el mundo los niños. Piaget había mostrado en su niñez un interés activo en el mundo natural; su primera observación científica, a los once años, fue la observación de un gorrión albino o, como él lo expresó con cautela, «un gorrión que presenta todos los signos visibles de un albino». Comenzó una carrera de zoólogo, estudiando los moluscos, pero pronto se interesó

por la cuestión de cómo se desarrolla el pensamiento del niño a lo largo del tiempo. Propuso que venimos al mundo con nuestros cinco sentidos desconectados entre sí; solo a través de la experiencia (tocando, mordiendo, jugando e interactuando de otros modos con las cosas) estos sentidos comienzan a superponerse y a intercomunicarse. Aprendemos de manera gradual qué *input* va con otro y desarrollamos una comprensión rica de lo que «es» cualquier objeto particular: una cuchara tiene este aspecto, provoca esta sensación al tacto, hace un cierto ruido al golpear la mesa. Muchos de los ejemplos ofrecidos por Piaget provenían de su estudio detallado de sus propios hijos. Llevaba a cabo experimentos simples con ellos, tomaba notas cuidadosas y sabía prácticamente a diario qué percepciones se estaban conectando. En la actualidad, sus ideas esenciales se dan por sentadas: que los niños perciben el mundo de manera diferente a los adultos y que su percepción adquiere coherencia conforme maduran y se integran sus sentidos, un proceso que dura años.

Cuando Piaget concluyó su charla, Einstein le formuló una serie de preguntas. El físico se preguntaba cómo llegan a entender los niños la duración y la velocidad. La velocidad se define típicamente como una función de la distancia y el tiempo: metros por segundo o kilómetros por hora. ¿Es así como la concibe de entrada el niño o es su noción de velocidad más primitiva e intuitiva? ¿Capta el niño conjuntamente la velocidad y el tiempo, o uno antes que el otro? ¿Entiende el niño el tiempo «como una relación o como una intuición simple y directa»? Piaget se puso a investigar y sus estudios se convirtieron en la base de su libro de 1946 *Le développement de la notion de temps chez l'enfant (El desarrollo de la noción de tiempo en el niño)*. En un experimento en el que participaban niños de cuatro a seis años, colocaba delante de su sujeto dos túneles, uno de los cuales era obviamente mucho más largo que el otro. Acto seguido, con una varilla metálica, Piaget empujaba un muñeco a través de cada túnel de tal manera que ambos muñecos llegaban al final de sus respectivos túneles simultáneamente. Según la descripción del propio Piaget: «Le preguntamos al niño: ¿es un túnel más largo que el otro?».

«Sí, ese.»

«¿Han atravesados los dos muñecos los túneles a la misma velocidad o uno ha ido más rápido que el otro?»

«A la misma velocidad.»

«¿Por qué?»

«Porque han llegado al mismo tiempo.»

Piaget repitió muchas veces el experimento. Utilizó caracoles de cuerda y trenes de juguete, e incluso corrió por la sala con el niño. El científico y el sujeto empezaban al mismo tiempo y paraban al mismo tiempo, pero Piaget corría un poco más deprisa y dejaba al niño un poco rezagado. «¿Hemos empezado juntos? *Sí*. ¿Hemos parado juntos? *Oh, no*. ¿Quién ha parado primero? *Yo*. ¿Ha parado uno antes que el otro? *Yo*. Cuando paraste tú, ¿estaba corriendo yo todavía? *No*. Y cuando yo me paré, ¿estabas corriendo tú todavía? *No*. ¿Entonces hemos parado al mismo tiempo? *No*. ¿Hemos estado corriendo durante el mismo tiempo? *No*. ¿Quién ha seguido más tiempo? *Usted*.» Piaget descubrió que esta conversación era habitual. El niño pequeño podía captar la simultaneidad (dos personas que empiezan y se detienen al mismo tiempo), pero si Piaget y su sujeto recorrían distancias diferentes, el niño mezclaba la longitud física con la duración. El tiempo y el espacio, la velocidad y la distancia, formaban un todo.

Las investigaciones de Piaget pusieron de manifiesto que lo que los adultos describimos a veces como nuestro «sentido del tiempo» posee, de hecho, múltiples facetas, y no todas surgen a la vez. «El tiempo, al igual que el espacio, se construye poco a poco e implica la elaboración de un sistema de relaciones», concluyó. En las décadas siguientes, los psicólogos del desarrollo han desenredado el tiempo en varias hebras, entre las que figuran nuestra captación de la duración, del ritmo, del orden, del tiempo verbal y de la unidireccionalidad del tiempo. En un experimento, William Friedman, un psicólogo del Oberlin College que ha escrito casi tanto como Piaget sobre la percepción del tiempo en los niños, mostraba a unos bebés de ocho meses un videoclip de una galleta que se caía al suelo y se rompía en trozos. A los bebés el vídeo les parecía más atractivo cuando Friedman lo proyectaba al revés, lo que sugiere que tenían algún sentido de la flecha del tiempo: reconocían una escena extraña cuando la veían.

A los tres o cuatro años de edad empieza a instalarse en el niño un sentido de la cronología. Katherine Nelson, una psicóloga de la Universidad de la Ciudad de Nueva York (CUNY), descubrió que sus jóvenes sujetos podían responder preguntas vagas («¿Qué ocurre cuando...?») con una precisión sorprendente. La mayoría entienden que hacer galletas implica meter la masa en el horno, sacarlas y comer el resultado, en ese orden. Si le enseñas a un niño pequeño un dibujo de una manzana y luego un dibujo de un cuchillo, escogerá correctamente un dibujo de una manzana cortada en rodajas como la imagen siguiente de la secuencia.

En torno a los cuatro años, el niño posee una relativa comprensión de la duración de los sucesos comunes: ver unos dibujos animados lleva más tiempo que beber un vaso de leche, y en dormir por la noche se tarda más aún. Si escucha un sonido durante quince segundos, es capaz de reproducir con precisión su duración. Pero el pasado y el futuro son más confusos. Normalmente, el niño habla en el tiempo verbal correcto hacia los tres años, pero puede que no capte la diferencia entre «antes» y «después» hasta los cuatro. Pregúntale a un niño de cuatro años en qué momento del día hubo clase hace siete semanas y la mayoría dirán que «por la mañana», pero no recordarán la estación correcta. Pregúntale a un niño de cinco años en enero qué vendrá antes, la Navidad o su cumpleaños en julio, y probablemente diga que la Navidad. Friedman descubrió que, a esta edad, los acontecimientos pasados residen en la mente como en islas de tiempo: claramente ahí, pero todavía no relacionados entre sí ni formando parte de un archipiélago más grande. El paisaje de los acontecimientos futuros es todavía más rudimentario, aunque no impredecible. Friedman descubrió que, hacia los cinco años, los niños entienden que los animales crecen, no encogen, y que una ráfaga de viento lanzará al aire un montón de cucharas de plástico, pero no volverá a apilarlas.

Los psicólogos afirman que estos grados de conocimiento temporal son esencialmente aprendidos e incorporados a nuestra vida social conforme crecemos. Si a un niño de seis años le mostramos un grupo de tarjetas que representan varios sucesos de un típico día de colegio, puede ordenarlas cronológicamente de forma correcta o incluso colocarlas en orden inverso. A los siete años, puede realizar correctamente una tarea similar que implique las estaciones o las vacaciones a lo largo de un año, pero solo en orden creciente. La organización inversa del tiempo («Si es agosto y retrocedes en el tiempo, ¿adónde llegarás antes, al día de San Valentín o a la Semana Santa?») no se logra fácilmente al menos hasta la adolescencia. A juicio de Friedman, la disparidad refleja su experiencia acumulada. A los cinco años, el niño ha repetido los acontecimientos de un día típico (despertar, desayuno, comida, merienda, cena, cuento, cama) centenares de veces, mientras que los encuentros con los meses y las vacaciones (es decir, con días lo suficientemente distintos unos de otros como para merecer nombres individuales) siguen siendo relativamente escasos. Lleva tiempo comprender el tiempo.

Y nuestra forma de aprender sobre el tiempo afecta a nuestra facilidad para entenderlo. Friedman descubrió que una de las razones por las que a los niños

pequeños les cuesta mucho pensar en los meses y en los días de la semana en orden inverso es que el aprendizaje temprano se basa con frecuencia en listas. Aprendemos los días de la semana y los meses como una serie («lunes, martes, miércoles, jueves»), al igual que hacemos con las letras del abecedario. Responder una pregunta como «¿Qué viene antes, febrero o agosto?» es solo cuestión de recorrer la lista interiormente. (Los estudios han demostrado que los niños pequeños mueven con frecuencia los labios mientras resuelven estos problemas.) Pero solo aprendemos estas listas en orden creciente; puede tardarse años, hasta la adolescencia, en desligar suficientemente los elementos del esquema como para aprender sus relaciones en orden inverso. La cultura y el idioma también desempeñan su papel. Un estudio de los alumnos estadounidenses y chinos de segundo y cuarto de primaria reveló que a los niños chinos les resultaba mucho más sencillo responder preguntas tales como «¿Qué mes viene tres meses antes de noviembre?». Ello se debe a que, en mandarín, los días de la semana y los meses se designan numéricamente; noviembre es el «mes once». Una pregunta relativa al orden temporal requiere que los niños estadounidenses manipulen palabras de una lista memorizada; para los estudiantes chinos, se trata de un problema matemático que se resuelve con rapidez.

Lewkowicz descubrió a Piaget en su último año de secundaria. En 1964, cuando contaba trece años, su familia emigró de Polonia a Italia y de allí a los Estados Unidos. Cuando aterrizaron en Baltimore, no hablaba ni una palabra de inglés. Recuerda sus primeros años en los Estados Unidos como socialmente desconcertantes, pero mucho menos conflictivos que en su antiguo vecindario, en el que los judíos no eran bienvenidos. Pero en su último curso de secundaria estuvo trabajando como socorrista; le parecía aburrido, pero le gustaba contemplar la escena desde una cierta distancia. Leyó a Piaget, que le abrió los ojos al estudio de la psicología y la conducta de los niños, a fin de comprender, decía Lewkowicz, «de dónde viene todo».

Lewkowicz es delgado y robusto, y su cabello empieza a tornarse plateado; solo de vez en cuando delata su voz un acento de Europa del Este. En más de una ocasión durante mi visita a su laboratorio exclamó con sinceridad: «¡Me encanta lo que hago!». En cierto momento nos reunimos con dos estudiantes de posgrado que estaban revisando el vídeo de un experimento que habían realizado ese mismo día. Aparecía en el monitor la cara de un bebé de ocho meses con los ojos muy abiertos.

«Nuestra información está justo ahí —decía Lewkowicz con entusiasmo—. Los ojos son nuestra ventana a todo. Nos limitamos a medir adónde miran.» Puede que los bebés no hablen, pero sí que expresan una medida cuantificable con su mirada. En los experimentos de Lewkowicz, que siguen un protocolo común, le muestra algo al bebé en un monitor de ordenador una y otra vez hasta que el niño pierde el interés y aparta la vista. El investigador, observando a distancia los ojos del bebé, hace clic y sostiene un ratón de ordenador cuando el bebé mira a la pantalla, y luego lo suelta cuando su mirada se desvía; la duración del clic ofrece una medida de la atención. Cuando el lapso de atención del niño cae por debajo de un determinado umbral después de tres intentos, el ordenador enseña automáticamente al niño un nuevo estímulo en la pantalla.

«El bebé lleva las riendas —me explicó Lewkowicz—. Llega a decirnos lo que quiere ver. Y nos da una pista de lo que sucede en el cerebro. Los bebés tienden a buscar cosas nuevas; están buscando constantemente información novedosa, persiguiendo la novedad. Lo que nosotros hacemos es matarlos de aburrimiento. Les mostramos el mismo suceso una y otra vez, y luego cambiamos algún aspecto de él para ver si detectan el cambio; si lo hacen, eso sugiere que han aprendido el suceso original. Nos limitamos a mantener el dedo sobre el botón para medir cuánto tiempo está mirando el bebé. Es fácil de hacer y muy potente.»

Para los investigadores que estudian la percepción del tiempo, los infantes son todavía una especie de frontera; Friedman ha descrito la primera infancia como «una especie de erial para los estudiosos del desarrollo cognitivo». Pero la llegada de los ordenadores y los sistemas de seguimiento de ojos ha vuelto más fácil investigar esas primeras semanas y meses de vida, y empezar a entender lo que los humanos sabemos sobre el tiempo cuando venimos a este mundo brillante. Por ejemplo, se ha demostrado que con solo un mes los infantes pueden distinguir entre fonemas como «*pat*» (palmadita) y «*bat*» (murciélago), que pueden diferir en duración en tan solo dos centésimas de segundo. Otro estudio reveló que, a los dos meses, los bebés son sensibles al orden de las palabras de una oración; si una pista de audio de una oración como «*Cats would jump benches*» se reproduce repetidas veces para el infante y la oración se transforma súbitamente en «*Cats jump would benches*», aumenta la atención del bebé. En un momento dado, Lewkowicz me guio por un experimento que implicaba diferentes formas (triángulo, círculo, cuadrado) que caían de una en una desde la parte superior de una pantalla de ordenador hasta la parte inferior,

aterrizando en cada caso con un sonido distintivo (bonc, bip o bing). Mostraba a sus sujetos de cuatro a ocho meses de edad una secuencia particular hasta que se acostumbraban a ella y perdían el interés; a continuación les mostraba una nueva secuencia (las mismas formas y sonidos pero en un orden diferente) para ver si se daban cuenta. Lo advertían casi invariablemente, lo que, a juicio de Lewkowicz, revelaba una conciencia bastante aguda del orden temporal.

«La verdad es que no existe demasiada literatura al respecto —comentó Lewkowicz—. Se ha producido esta explosión en la investigación sobre el desarrollo cognitivo temprano sobre toda clase de temas, pero el tiempo no ha sido uno de ellos. Sin embargo, se trata de una característica esencial de este mundo.» Y añadió: «Creo que los bebés viven en un mundo temporal muy diferente del nuestro. Me encantaría entrar en sus cabezas y volver a salir».

Durante sus estudios universitarios, Lewkowicz formó parte de un equipo que estudiaba la conducta sexual de los pulpos y ayudó a construir el primer acuario-laboratorio del mundo que era capaz de mantener con vida a los animales en su interior. Como estudiante de posgrado, trabajó en una unidad de cuidados intensivos neonatales, estudiando si la iluminación de veinticuatro horas y el ruido constante de la unidad podían influir en el desarrollo de los recién nacidos. Se preguntaba, entre otras cosas, por qué el noventa por ciento de los infantes de una unidad neonatal yacen con la cabeza hacia la derecha. (Sigue siendo una cuestión abierta; algunos investigadores piensan que puede estar relacionado con la prevalencia de los individuos diestros en nuestra especie o incluso contribuir a ella.) Y siguiendo el ejemplo de Piaget, comenzó a analizar cómo la mente humana, incluso en fases muy tempranas de su desarrollo, empieza a integrar la información sensorial que inunda su sistema.

Durante los dos o tres primeros meses de vida, los infantes humanos son animales subcorticales. La corteza cerebral (las varias y ricas capas exteriores de neuronas que ayudan al cerebro a organizar las percepciones y proporcionan un fundamento para el pensamiento abstracto y el lenguaje) todavía no ha llegado a conectarse ni ha empezado a influir o a inhibir las múltiples funciones básicas del sistema nervioso. Una vez que la corteza entra en funcionamiento, el infante empieza a sonreír; es como si hubiera despertado finalmente al mundo. Hasta entonces, dice Lewkowicz, «tienes la sensación de que no están conectados». Uno de sus primeros experimentos demostró que, en esas semanas iniciales, el infante no organiza su mundo sensorial en

función del tipo de información que afluye, sino simplemente en función de su cantidad. Los adultos tenemos esta capacidad; si le muestras a un adulto pequeñas áreas de luz de brillo variable y luego le haces escuchar sonidos de volumen variable, es capaz de emparejarlos de acuerdo con su amplitud: el brillo de esta luz viene a ser equivalente al volumen de este sonido. Lewkowicz descubrió que los bebés de tres semanas pueden establecer conexiones similares.

«Al nacer, los bebés pueden conectar la información auditiva y visual en un nivel muy rudimentario, en términos de intensidad, de la cantidad de energía —explica Lewkowicz—. Esto sugiere que los bebés cuentan con una base para construir su mundo, por así decirlo; utilizan mecanismos simples para empezar a funcionar y entender qué va con qué.»

En cierto momento de su investigación, Lewkowicz empezó a pensar en las caras. El bebé no puede ver con claridad más allá de unos treinta centímetros, pero el objeto extraño que encuentra habitualmente es la cara de su cuidador o cuidadora. Este rostro es un estímulo complejo, con labios que se mueven, expresiones cambiantes y un repertorio de sonidos que no cesa de variar. Lewkowicz volvió a plantearse la pregunta de Piaget acerca de la integración sensorial: ¿puede el bebé percibir una cara parlante como un objeto coherente? ¿Cuándo y cómo empieza a surgir esa percepción, y qué atributos la hacen posible? Lewkowicz no tardó en percatarse de que buena parte de lo que un rostro parlante le transmite a un infante (un organismo que no entiende el vocabulario ni el contenido lingüístico) implica tiempo y duración. Cuando la cara abre la boca, emite un sonido de cierta duración; habla deprisa o despacio; habla o canta con un ritmo, lo que para los infantes supone un instrumento poderoso para organizar la información dotándola de significado. Un bebé puede aprender el ritmo de la canción *Twinkle Twinkle Little Star* mucho antes de entender que «*twinkle*» es una palabra independiente y, por supuesto, de saber lo que significa. (En sus años de preescolar, mis hijos estaban ansiosos por aprender a escribir la letra «LMNOP».) El infante acaba por percibir que el movimiento de los labios se halla en sincronía con los sonidos. Una oración hablada posee múltiples dimensiones temporales, y el recién nacido preparado para aprenderlas tiene un instructor que lo mira fijamente a la cara.

Una mañana en su despacho, Lewkowicz se quejaba de su proveedor local de cable. La noche anterior había intentado ver un documental, pero los flujos de audio y de

vídeo estaban tan desincronizados que acabó apagando frustrado la televisión. «El sonido había terminado cuando la persona empezaba a hablar», contaba exasperado. Esto sucede de vez en cuando en todos los canales que dependen de este servicio de cable y les ocurre a todos los suscriptores locales que Lewkowicz ha conocido. El problema describe asimismo en pocas palabras su interés investigador.

La percepción del tiempo tiene múltiples facetas, pero quizás la más crucial sea la sincronía: nuestra captación de si los flujos sensoriales separados, como el sonido de una voz y la visión del movimiento de los labios de alguien, están ocurriendo simultáneamente o no, y si corresponden o no al mismo acontecimiento. Estamos muy adaptados a ella; los estudios han revelado que cuando ves una secuencia de película de alguien que te está hablando, notas si los flujos de audio y vídeo están desincronizados tan poco como ochenta milisegundos, o menos de una décima de segundo. Y si la pista de audio tiene un retraso de cuatrocientos milisegundos con respecto al vídeo, menos de medio segundo, te costará mucho más entender lo que están diciendo.

La unidad perceptiva nos resulta de gran utilidad, y la mente se afana en lograrla, con frecuencia a expensas de la precisión. Ciertos estudios realizados en la década de 1970 revelaron que si percibes un estímulo visual, como la boca en movimiento de una marioneta, en una parte de la sala y simultáneamente escuchas un sonido que se origina en otro lugar, el sonido parecerá ocurrir más cerca del *input* visual de lo que está en realidad. En eso consiste el efecto de la ventriloquía, basado en el poder resbaladizo de la integración intersensorial. Ni siquiera se requiere una voz; unos cuantos tonos sencillos y un títere de calcetín, separados por una cierta distancia, inducirán la percepción de unidad.

Una ilusión relacionada es el efecto McGurk: la tendencia a mezclar sílabas audibles y visibles si se perciben simultáneamente. Por ejemplo, si ves a una persona en un vídeo decir «ga» mientras la pista de audio dobla la sílaba «ba», casi con seguridad oirás algo que no coincide con ninguna de ambas cosas: la sílaba «da». El efecto McGurk también puede ser inducido por el tacto. En un estudio canadiense, los sujetos escuchaban una voz que pronunciaba cuatro sonidos: las sílabas aspiradas «pa» y «ta», producidas con un soplo de aire inaudible, y «ba» y «da», que no son aspiradas. Cuando los científicos lanzaban un pequeño soplo de aire a la mano o al cuello del sujeto, el oyente oía «pa» en lugar de «ba» y «ta» en lugar de «da», como si hubiera oído los soplos en lugar de sentirlos. El efecto es tan consistente que los

investigadores se preguntan ahora si los audífonos podrían equiparse con sensores de flujo de aire, de suerte que el oyente con problemas auditivos pudiera, en efecto, oír con su piel.

El cerebro se esfuerza por coser los datos entrantes para forjar una representación coherente del mundo. Como adulto, puedes reconocer que la voz y los labios de tu televisor están desincronizados porque tienes una amplia experiencia con voces y labios en movimiento; sabes que tienden a trabajar en concierto, y entiendes las palabras y las ideas que emanan de ellos. Pero los bebés no cuentan con esa experiencia ni con esas asunciones, observa Lewkowicz. Ver cómo ve el infante un rostro parlante supone acceder a una comprensión muy diferente del presente. Lewkowicz elaboró un protocolo de estudio sobre este asunto, que denomina el experimento de la cara parlante.

En su despacho, me mostró un vídeo breve de la cara de una mujer en la pantalla de su ordenador. Al principio del vídeo, la boca de la mujer está cerrada; pronuncia lenta y claramente la sílaba «ba» y cierra la boca. Lewkowicz enseñó el vídeo a una serie de bebés cuyas edades oscilaban entre los cuatro y los diez meses. Cada uno de ellos veía el vídeo una y otra vez hasta que dejaba de prestar atención, en cuyo momento el vídeo cambiaba. A continuación la misma mujer pronunciaba la misma sílaba, pero esta vez el audio y el vídeo estaban desincronizados; primero se oía el sonido «ba» y 366 milisegundos después (un tercio de segundo) sus labios empezaban a moverse. Para un adulto la asincronía es flagrante, pero los infantes no la registraban. Tampoco notaban que algo iba mal cuando la desincronización de ambos flujos llegaba al medio segundo.

«No lo captan —decía Lewkowicz—. Solo captan esto.» Me mostró el vídeo de nuevo, pero en esta ocasión la desincronización del audio llegaba a los dos tercios de segundo (666 milisegundos). «¡El sonido termina incluso antes de que se abra la boca!»

Este intervalo, el breve lapso de tiempo dentro del cual los flujos de datos sensoriales independientes se etiquetan como pertenecientes a un único acontecimiento, se conoce como la ventana de contigüidad temporal intersensorial. En muchos sentidos se trata de una buena definición operativa del «ahora», aunque el tamaño de esta ventana varía en función de los estímulos y de quién esté observando. Para los bebés, el «ahora» dura dos tercios de segundo cuando están observando una cara parlante. Pero Lewkowicz descubrió que si observan un suceso más

interrumpido, como una pelota rebotando en una pantalla, notarán si la desincronización del sonido es de solo un tercio de segundo; su «ahora» es más pequeño, aunque todavía manifiestamente más largo que el de un adulto, al menos cuando se trata de integrar más de un flujo sensorial.

«Creo que el mundo del bebé es un lugar más lento», dice Lewkowicz. No está seguro del motivo. Puede ser que las neuronas del cerebro joven transmitan las señales más despacio. El sistema nervioso temprano carece de mielina, una materia grasa que cubre y aísla las neuronas y acelera la conducción; la mielina se deposita gradualmente a lo largo de la infancia, y el proceso puede durar veinte años. «El cerebro del bebé es un órgano más lento, no existe duda al respecto —sostiene Lewkowicz—. Pero desde un punto de vista perceptivo es difícil de interpretar. ¿Qué significa decir que el mundo del bebé es más lento? Desde la perspectiva del bebé es simplemente el mundo. La pregunta es qué consecuencias tiene para su propia percepción del mundo.»

Es una maravilla que los bebés perciban la sincronía. Los adultos reconocemos que una boca y su voz están desincronizadas porque sabemos algo sobre las palabras, los labios y los sonidos asociados con ellos. El bebé no sabe nada. De hecho, cuando observa una cara parlante, apenas mira a la boca, al menos durante sus seis primeros meses; antes bien, Lewkowicz ha descubierto que el bebé dirige casi toda su atención a los ojos. Solo a partir de los ocho meses aproximadamente comienza el bebé a seguir de manera consistente el movimiento de los labios.

¿Cómo sabe entonces el bebé si dos sensaciones están o no sincronizadas? Lewkowicz recordaba su investigación doctoral, que demostraba que los recién nacidos pueden emparejar efectivamente dos estímulos de diferentes modalidades sensoriales (una visión y un sonido) en función de la intensidad. Lewkowicz sospechaba que los bebés podían registrar la sincronía de un modo similar. Diseñó una variante del experimento de la cara parlante y, junto con unos colegas de la Universidad de Padua, en Italia, lo llevó a cabo con bebés de tan solo cuatro meses. Los bebés veían dos vídeos mudos uno al lado del otro. Uno de ellos mostraba la cara de un mono que formaba en silencio una O con su boca, como en un arrullo; en el otro, el mismo mono abría la mandíbula en un gruñido inaudible. Cuando se reproducía en alto la grabación de uno de los dos gritos, los bebés prestaban sistemáticamente más atención al vídeo correspondiente, esto es, al mono cuyo

movimiento de labios empezaba y acababa justo simultáneamente con la pista de audio. Los investigadores realizaron entonces una versión todavía más básica del experimento; en esta ocasión los bebés no oían el grito de un mono, sino un tono simple que coincidía con la duración del movimiento de los labios de uno de los dos monos. De nuevo los infantes, algunos de no más de un día, se sentían atraídos por el vídeo que coincidía con la duración del audio.

Para Lewkowicz, esto demostraba con claridad que la percepción de la sincronía del recién nacido no tiene nada que ver con el contenido de lo sincronizado. Lo que parece superinteligencia del infante, la capacidad de emparejar las caras de los monos con las voces, es poco más que un circuito mecánico. El bebé empareja el principio y el final del audio con los del vídeo; su sistema neuronal está registrando simplemente el comienzo y el fin de dos flujos de energía, como si advirtiese que una luz y un ruido se han encendido y apagado al mismo tiempo. Si ambas actividades coinciden, definen el mismo acontecimiento. Es algo parecido a hacer un puzle encajando solo las piezas de los bordes. Los infantes usan la sincronía para definir los límites de los sucesos, ignorando las piezas interiores, la información de nivel superior que podría interesarle a un adulto, como las palabras y los fonemas, o una comprensión básica de lo que hacen los labios, que los sistemas nervioso y sensorial del infante están demasiado inmaduros para procesar.

«Es como si no les importara lo que haya dentro del estímulo —dice Lewkowicz—. Si les damos simplemente cosas que empiezan y acaban al mismo tiempo, les resulta coherente.»

De regreso a la sala insonorizada, Adam, con sus diez meses, estaba ofreciendo una idea similar. En los dos monitores que tenía delante observaba cómo dos pares de labios pronunciaban en silencio monólogos diferentes; cuando se reproducía la pista de audio de uno de ellos, Adam miraba los labios que estaban sincronizados con ese sonido con una consistencia extraordinaria. Su elección era acertada incluso cuando la voz y el monólogo pronunciado en silencio eran en español, un idioma no hablado en su casa. Con un algoritmo básico para la sincronía —las cosas que empiezan y terminan a la vez van juntas— era capaz de emparejar una voz con un rostro sin tener la menor idea de lo que estaba diciendo la voz.

Lewkowicz cree haber identificado en la sincronía un mecanismo esencial mediante el cual el infante empieza a organizar su mundo sensorial. Al nacer, el sistema nervioso del infante está inmaduro y es inexperto; no puede extraer

información de nivel superior. Pero lo que puede hacer es detectar cuándo se encienden y se apagan diferentes modalidades sensoriales. Venimos al mundo sin saber nada sobre los monos, pero mucho sobre lo que está ocurriendo y lo que deja de ocurrir en este preciso momento. «Si partes de eso —me decía Lewkowicz—, ya estás empezando a vivir con una herramienta poderosa: las cosas van juntas a menos que se demuestre lo contrario. Es una buena forma de arrancar un mundo multisensorial coherente. —Se rio y añadió—: Hacen un trabajo pésimo. Pero es mejor que la “confusión tremenda y zumbadora” de James.»

Cabría pensar que el infante se acostumbra más aún a la sincronía conforme crece, pero no sucede exactamente así. Lewkowicz descubrió que, hacia los ocho o diez meses, los bebés de su laboratorio ya no son capaces de distinguir los arrullos de los gruñidos en la cara de un mono; sus esfuerzos por emparejar una voz del mono con una cara del mono son meras conjeturas aleatorias. Sin embargo, todavía pueden emparejar correctamente una voz humana con el par correspondiente de labios humanos. A medida que se desarrolla nuestro sistema sensorial, parece transformarse de un embudo en un filtro, tornándose más selectivo en su decisión de qué procesar, un fenómeno denominado estrechamiento perceptivo.

«En las fases tempranas del desarrollo, los bebés tienen una sintonía mucho más amplia con el mundo —explica Lewkowicz—. Tienes este simple dispositivo que dice: “Si las cosas van juntas en el tiempo, las uno”. Puedes empezar a conectar información auditiva, táctil y visual, pero como se trata de una conexión basada exclusivamente en la energía, vas a cometer errores. Vas a conectar caras de monos con vocalizaciones de monos, porque lo único que puedes detectar es una boca que se hace más grande y más pequeña, e inicio y cese vocal, de modo que vas a conectarlos, lo mismo da que se trate de la especie equivocada.» El infante no tardará mucho en adquirir unos conocimientos básicos de caras y voces particulares y, de manera crucial, de a qué caras prestar atención y cuáles ignorar. La experiencia desempeña un papel más relevante. Raro es el infante que se encuentra con caras de monos a diario, por lo que, a medida que las neuronas se van adaptando a los *inputs* realmente importantes, la capacidad de captar las sutilezas de esas caras deja de desarrollarse.

Por razones similares, conforme el infante crece disminuye asimismo su sensibilidad a los idiomas extranjeros. Lewkowicz hizo que infantes de familias

angloparlantes e hispanoparlantes observaran dos monitores adyacentes: en uno de ellos, los labios de una mujer pronunciaban lenta y silenciosamente la sílaba «ba»; en el otro, pronunciaba silenciosamente la sílaba «va». Acto seguido, ambas caras eran reemplazadas por una bola giratoria y una de las dos sílabas se reproducía en voz alta lentamente varias veces. Cuando el sonido se detenía, ambas caras reaparecían y los investigadores medían adónde dirigía su atención el bebé. Con independencia de su lengua materna, los bebés de seis meses se concentraban sistemáticamente en los labios que coincidían con la sílaba articulada. Pero hacia los once meses, los bebés de las familias hispanohablantes dejaban de acertar; se limitaban a adivinar. Ello se debe a que, en español, las sílabas «va» y «ba» suenan idénticas; las palabras *vaca* y *bacca* se pronuncian igual. El infante criado en España deja de registrar la distinción entre las dos sílabas, mientras que los bebés bilingües continúan distinguiendo entre ambas.

A medida que adquirimos fluidez en nuestro entorno nativo, nos volvemos menos sensibles a los extranjeros. Los estudios han demostrado que un bebé caucásico muy pequeño puede discriminar igual de bien entre rostros caucásicos y rostros asiáticos, pero hacia su primer año se vuelve menos capaz de reconocer rostros no caucásicos individuales. Un infante criado en Bulgaria, donde los patrones rítmicos son más complejos que en la música occidental, será capaz de discernir esas sutilezas rítmicas cuando sea adulto, pero si las oye por primera vez cuando tenga más de un año, le pasarán prácticamente desapercibidas para siempre.

Los programas complejos de *software* suelen crearse a partir de otros más simples, llamados núcleos, que hacen buena parte del trabajo algorítmico. La capacidad de percibir la sincronía audiovisual es algo parecido a un núcleo, que hace posible que la red neuronal del recién nacido comience a organizar el torbellino de datos sensoriales sin atender a su contenido. No se precisan conocimientos ni experiencias previas, tan solo la capacidad de determinar cantidades relativas de estimulación. Con esa base, el infante puede empezar a procesar el significado: a manejar informaciones contradictorias y a discernir qué *inputs* sensoriales tienen prioridad.

Lewkowicz es reticente a definir esta capacidad como innata. Una prominente escuela de psicología del desarrollo sostiene que los humanos nacemos comprendiendo conceptos fundamentales como la causalidad, la gravedad y las relaciones espaciales; estas capacidades serían el resultado de la selección natural y se albergarían presumiblemente en algún lugar de nuestros genes. Pero a Lewkowicz

y a muchos de sus colegas este argumento se les antoja vago y simplista. Invocar la genética supone poner punto final a la conversación, cuando podrían hacerse muchas preguntas interesantes para la investigación. «Es una caja mágica —dice Lewkowicz—. La vuelta al vitalismo.»

Él prefiere concebir al ser humano como un organismo en perpetuo desarrollo. Somos seres en el tiempo. El infante nace con muchas conductas básicas (la capacidad de mamar, por ejemplo) que pronto ceden el paso a otras más avanzadas. Se trata de adaptaciones ontogenéticas que sirven a un propósito inicial y luego se desvanecen. El radar del infante para la sincronía puede pertenecer a esta categoría; hace arrancar el sistema sensorial del recién nacido, pero es suplantado enseguida por un orden superior de procesamiento derivado de la experiencia en el mundo real.

Análogamente, el nacimiento no tiene nada de mágico en términos fisiológicos. Un recién nacido es solo la encarnación más reciente de un organismo que vivía días y semanas atrás, algo menos desarrollado, en la oscuridad del seno materno. Los estudios han puesto de manifiesto que el bebé nacido hace unas horas prefiere claramente el sonido de la voz de su madre a la de un extraño; cabría concluir que esta preferencia está genéticamente programada o que es innata, e inventar una razón evolutiva para ella. (Por ejemplo, puede que la selección natural favorezca al infante capaz de reconocer inmediatamente a su madre.) Pero, de hecho, este vínculo lingüístico se forja en el seno materno y se adquiere a través de la experiencia. Varios investigadores han demostrado que el oído humano deviene funcional en el último trimestre de la gestación; el feto aprende mucho sobre el mundo exterior a partir de los sonidos que se filtran. Un estudio clásico descubrió que la frecuencia cardíaca del feto se acelera al oír una grabación de su madre leyendo un poema y se ralentiza cuando oye leer el mismo poema a una voz femenina desconocida. Un recién nacido francés puede distinguir con claridad entre la misma historia leída en francés, holandés o alemán sin entender ni una sola palabra. Otro estudio reveló que, a los dos días, los llantos de los bebés franceses y alemanes seguían melodías distintas que reflejaban las lenguas de sus madres; estaban imitando sonidos que habían oído en el útero.

Los humanos no somos únicos a este respecto. Las ovejas, las ratas, ciertas aves y otros animales son capaces de oír en el vientre materno o en el huevo. La ratona australiana madre llama a sus huevos unos cuantos días antes de que sus crías salgan del cascarón. Está enseñando a sus polluelos una llamada suplicante única, que varía

de un nido a otro; tras salir del cascarón, los polluelos capaces de imitarla tienen más probabilidades de ser alimentados. La llamada es una contraseña que permite a la ratona australiana madre distinguir a sus propios polluelos de los cucos parásitos que invaden sus nidos.

Para Lewkowicz, lo que parece innato en el momento del nacimiento es solo otro misterio pendiente de resolver. «Cuando vemos la aparición de cualquier clase de destreza cognitiva o perceptiva, para mí la cuestión no es si está presente o no, sino cómo y cuándo surge. Si me preguntan si los bebés pueden sentir el tiempo, respondo que sí que pueden, pero depende de cómo definamos el tiempo. ¿Son sensibles a la información basada en el tiempo y estructurada en función de él? Sí. La cuestión es cuándo empieza esto en realidad.»

Si parece peculiar diseñar una línea de investigación en torno a una cara parlante, pensemos de nuevo que, durante los primeros meses de vida, el mundo perceptivo del infante consta casi enteramente de caras parlantes. Durante el último trimestre, el mundo sensorial del feto se limita al tacto y al sonido. Con el nacimiento llegan la luz y el movimiento, nuevas dimensiones para ser integradas. Este nuevo mundo consta en buena medida de las palabras habladas de los padres. Las palabras mismas no significan nada, pero, pronunciadas en voz alta, ofrecen claves para encajar las visiones y los sonidos; al escuchar el lenguaje, el recién nacido domina la sincronía y aprende a ir más allá de ella. Numerosos estudios han demostrado que los bebés responden con más fuerza a un estímulo visual si este va acompañado de uno audible, y viceversa; la redundancia genera prominencia y la prominencia genera comprensión.

Imagínate que estás en un cóctel ruidoso, propone Lewkowicz. Alguien dice algo que no captas del todo, pero si observas sus labios tienes más probabilidades de entender lo que ha dicho. Para el infante, una cara parlante es todo redundancia. Hablamos despacio, cadenciosamente, segmentando lo que queremos decir para darle énfasis: «Te... trai... go... tu... bi... be... rón...». Los labios se corresponden con la voz; incluso la nuez sube y baja al compás. «Al utilizar el ritmo y la prosodia y todas estas claves, estamos permitiendo que el niño aprenda que todos estos elementos van juntos y que aprenda la palabra —concluye Lewkowicz—. Bingo: tenemos un sistema perfectamente diseñado para enseñar a hablar a los infantes.»

Más aún, tenemos un sistema preparado para enseñar a los infantes un aspecto esencial del tiempo. La percepción del tiempo incluye muchas cosas: la percepción del orden, el tiempo verbal, la duración, la novedad, la sincronía. Pero el tiempo en su conjunto es una sola cosa: una conversación entre relojes, ya se trate de relojes de pulsera, de células, de proteínas o de personas. Por consiguiente, ¿cómo podría aprender el infante lo que es la sincronía sino viéndola pronunciada? Para los nuevos humanos al menos, el tiempo comienza con una palabra.

Por qué el tiempo vuela

O bien el pozo era muy profundo o bien ella cayó muy despacio, pues dispuso de mucho tiempo mientras bajaba para mirar a su alrededor y preguntarse qué sucedería a continuación.

LEWIS CARROLL,
Alicia en el país de las maravillas

Este año, como todos los años, está volando. Es todavía julio, o abril, o quizás ni siquiera febrero, pero la mente ya corre por delante para pensar en septiembre, cuando vuelva a empezar en serio el colegio o el trabajo, como si las semanas intermedias del verano ya hubieran transcurrido; o tal vez hasta junio, con la primavera ya pasada en un abrir y cerrar de ojos. Desde ahí hay un pequeño salto mental hasta el próximo enero, desde donde, con un rápido cálculo matemático, puedes contar todos los eneros anteriores en los que reflexionabas sobre el año que acababa de pasar corriendo; cinco, diez, tantos que has olvidado sus detalles y ahora los agrupas en alguna categoría general: «mi veintena», «los años en que vivíamos en Nueva York», «antes de que nacieran nuestros hijos». Entonces parece que tu juventud también ha volado, o si no ha volado todavía, puedes imaginar con facilidad un punto futuro en el tiempo en el que sentirás que hace tiempo que voló.

Cómo vuela el tiempo: todos reparamos en ello y llevamos siglos haciéndolo. «*Fugit irreparabile tempus*», escribió el poeta romano Virgilio: el tiempo huye irremediamente. «El tiempo vuela, y para nadie permanecerá», observaba Chaucer a finales del siglo XIV en *The Canterbury Tales* (*Los cuentos de Canterbury*). En varios comentaristas estadounidenses de los siglos XVIII y XIX oímos que «el tiempo vuela raudo con ansiosas alas», «el tiempo pasa con veloces alas», «el tiempo vuela por desgracia con alas de águila» y «el tiempo vuela, la eternidad se avecina». El tiempo y la marea no han esperado a nadie desde antes de que naciera nuestro idioma. Poco después de que Susan y yo nos casáramos, mi suegro se aficionó a decir, con un chasquido de dedos y un tono agrisado: «¡Los primeros veinte años pasan así!». Una docena de años más tarde, creo que ya sé lo que quiere decir. Un día Joshua exclamó con un gran suspiro: «¿Recuerdas los viejos tiempos?», y no había cumplido aún cinco años. (Para él, los viejos tiempos implicaban una magdalena de chocolate que recordaba haber comido hacía unos meses.) Últimamente me sorprende con cuánta frecuencia me impresiona esta fugacidad. Parece como si hubiera existido un tiempo no muy lejano en el que rara vez exclamara «¡Cómo vuela el tiempo!». No obstante, cuando reflexiono sobre aquel período de mi vida y lo comparo con el actual, advierto conmovido que los años reales han pasado y entonces lo digo de nuevo. ¿Dónde ha ido a parar el tiempo?

Por supuesto, no solo vuelan los años. También vuelan los días, las horas, los minutos y los segundos, pero no necesariamente con las mismas alas. El cerebro procesa un paso del tiempo que dura desde minutos hasta horas de manera diferente a

como trata un intervalo que dura desde unos segundos hasta quizás un minuto o dos. Cuando intentas calcular cuánto tiempo duró tu visita al supermercado o cuando te preguntas si el programa de televisión de una hora que acabas de ver pasó más despacio o más deprisa de lo habitual, invocas un proceso mental diferente al que invocas cuando el semáforo rojo parece estar durando demasiado o cuando un investigador te pide que mires una imagen en una pantalla de ordenador y calcules cuántos segundos ha permanecido en ella. Los años son un asunto completamente diferente, del que me ocuparé en un momento.

Exactamente por qué vuela el tiempo «depende de la clase de tiempo de la que estemos hablando», me explicó John Wearden, un psicólogo de la Universidad de Keele, en Staffordshire, Inglaterra. Wearden lleva treinta años intentando definir y descifrar la relación de los seres humanos con el tiempo; en 2016 publicó *The Psychology of Time Perception* [La psicología de la percepción del tiempo], una accesible visión general e historia de este campo. Contacté con él por teléfono una noche en su casa cuando se disponía a ver un partido del campeonato de fútbol. Le pedí disculpas por la interrupción. «No hay ningún problema —me respondió—. Para serle sincero, mi tiempo no es tan valioso. Me gustaría fingir que estaba terriblemente ocupado, pero solo estoy esperando a que empiece el fútbol.»

Wearden me recordó que no percibimos el tiempo directamente como hacemos con la luz o con el sonido. La luz la percibimos por medio de unas células especiales de la retina que, al ser impactadas por los fotones, desencadenan señales neuronales que llegan rápidamente al cerebro. Las ondas sonoras son detectadas mediante unos pelitos del oído; sus vibraciones se traducen a señales eléctricas que el cerebro capta como audio. Pero no poseemos receptores especiales para el tiempo. «El problema del órgano para el tiempo lleva años obsesionando a la psicología», me dijo Wearden.

El tiempo llega a nosotros de manera indirecta, habitualmente por medio de lo que contiene. En 1973, el psicólogo J. J. Gibson escribió que «los sucesos son perceptibles, pero el tiempo no lo es», un enunciado que se ha convertido en fundamental para muchos investigadores del tiempo. Lo que venía a decir era que el tiempo no es una cosa, sino un paso por las cosas, no un nombre, sino un verbo. Puedo describir mi viaje a Disneyland (Mickey, la Montaña Espacial, las nubes bajo la ventanilla de mi avión) y puedo ser consciente del viaje incluso mientras lo realizo. Pero no puedo experimentar ni relatar un «viaje» desprovisto de visiones, actividades o pensamientos. ¿Qué es la lectura sin las palabras y sin tu avance a través de ellas?

El tiempo es meramente nuestra palabra para el movimiento de los acontecimientos y las sensaciones a través de nosotros.

La formulación de Gibson no dista mucho de la de Agustín. «No me interrumpas clamando que el tiempo posee una existencia objetiva —escribió Agustín—. Lo que yo mido es la impresión que dejan en ti los fenómenos que pasan, lo que perdura una vez que han pasado: eso es lo que yo mido como una realidad presente, no las cosas que pasaron para que pudiera formarse la impresión. La impresión misma es lo que mido cuando mido los intervalos de tiempo.» No experimentamos el «tiempo», solo el paso del tiempo.

Reconocer y señalar el paso del tiempo es reconocer el cambio: en tu entorno, en tu situación o incluso, como observara William James, en el paisaje interior de tus pensamientos. *Las cosas no son como eran antes*. En el sentido del *ahora* se filtra una conciencia del *entonces*. Y efectuar esa comparación requiere memoria. El tiempo solo puede volar (o ir a paso de tortuga, o saltar) si recuerdas su velocidad anterior: «Esa película me pareció mucho más larga que otras que había visto» o «La fiesta ha pasado volando; recuerdo que me fijé en el reloj hace dos horas, pero no he vuelto a consultarlo desde entonces». En la medida en que el tiempo sea una cosa, es una estela de tus recuerdos de otras cosas.

«Todo el mundo ha tenido la experiencia de estar absorto en un libro —decía Wearden—, y entonces mirar al reloj de la pared y decir: “¿Ya son las diez?”. Yo solía pensar que podías medir la sensación del tiempo durante el intervalo. Pero, por supuesto, no puedes, porque no lo has sentido; es una pura inferencia. Eso lo complica todo. Hablamos de la sensación del paso del tiempo, pero a menudo estos juicios temporales están basados en una inferencia, no en la experiencia directa.»

En efecto, con mucha frecuencia, cuando exclamamos «¿Cómo ha podido volar tan deprisa el tiempo?», en realidad nos referimos a alguna versión del «No recuerdo adónde ha ido a parar el tiempo» o «He perdido la noción del tiempo». Suelo tener esta experiencia cuando llevo un largo rato conduciendo por una carretera familiar, especialmente por la noche. Me sumo en mis pensamientos, puede que cante al son de la radio, pero también conduzco con prudencia: observo la carretera, veo aparecer uno tras otro los marcadores de millas en mis faros delanteros y los veo desaparecer en una corriente en el retrovisor. Y, sin embargo, cuando llego a mi salida, me sorprende y soy incapaz de explicar todos los giros que me han llevado hasta allí. Resulta perturbador: ¿acaso no estaba prestando atención después de todo? Está claro

que sí, pues de lo contrario no habría sobrevivido. ¿Cómo he llegado entonces aquí? ¿Adónde ha ido a parar el tiempo?

En realidad, cuando decimos haber perdido la noción del tiempo, lo que solemos querer decir de entrada es que no estábamos siguiéndole la pista al tiempo. Wearden llevó a cabo un estudio que corrobora este extremo. Pasó un cuestionario a doscientos estudiantes universitarios pidiéndoles que describieran una ocasión en la que el tiempo parecía haber transcurrido más deprisa o más despacio de lo habitual. También les pidió que describieran con detalle lo que estaban haciendo en ese momento, que recordaran si notaron en aquel momento que el tiempo pasaba más deprisa o más despacio y que anotasen, en su caso, qué drogas habían consumido. Los estudiantes respondieron con declaraciones como:

El tiempo vuela cuando salgo con los amigos a beber o consumo coca. Bailando, charlando. En un minuto, son las tres de la madrugada.

El consumo de alcohol parece hacer que se acelere el tiempo, posiblemente debido al hecho de que estoy socializando al mismo tiempo y, por tanto, divirtiéndome.

Wearden descubrió que, en términos generales, los estudiantes contaban que la experiencia de que el tiempo pasaba más rápido de lo normal era más común que la experiencia de que el tiempo pasaba despacio. La probabilidad de que se produjesen distorsiones de ambas clases era dos tercios superior si el sujeto padecía algún tipo de intoxicación; el alcohol y la cocaína parecían contribuir a que el tiempo volase, mientras que con la marihuana y el éxtasis parecía igualmente probable que el tiempo se acelerase o que se ralentizase. El tiempo se aceleraba sistemáticamente cuando los sujetos estaban ocupados, contentos, concentrados o socializando (a menudo estaba implicado el alcohol) y se ralentizaba en el trabajo o cuando los sujetos estaban aburridos, cansados o tristes. Sorprendentemente, muchos decían que no tenían ninguna sensación de que el tiempo volase hasta que eran empujados por algún marcador externo del tiempo real: el amanecer, un vistazo a un reloj, el último aviso del camarero. Hasta entonces, con frecuencia no tenían ninguna sensación del tiempo. Como comentó un sujeto: «Generalmente solo cobro conciencia del tiempo cuando el bar o el *pub* en el que estoy empieza a cerrar o alguien de mi alrededor me pone al tanto de la hora que es».

La razón de que el tiempo vuele, al menos en la escala de los minutos a las horas, es tan clara que es casi circular: vuela porque no estás mirando el reloj con

regularidad. Después adviertes, por ejemplo, que han pasado dos horas desde la última vez que pensaste en el tiempo; eres consciente de que dos horas son mucho tiempo, pero como no has tabulado ni recordado cada minuto, infieres del gran número de sucesos que lo acompañan que el tiempo ha pasado con rapidez. Como decía uno de los sujetos de Wearden: «Después de consumir cocaína con dos amigos, y sentada en casa tras una noche de fiesta que había terminado aproximadamente a las tres de la madrugada, de repente parecían ser las siete de la mañana, así que el tiempo había pasado más deprisa de lo que yo creía».

No es diferente de lo que experimentamos al despertar por la mañana o, para el caso, cuando soñamos despiertos. «Alguna idea de azar ocupa todo el campo de nuestra conciencia —escribía Paul Fraisse en *Psychologie du temps* [Psicología del tiempo]—, y cuando un reloj da la hora en la distancia, nos asombramos de lo tarde que es por la noche o por la mañana. No hemos sido conscientes de una duración.» Fraisse añá- día que esto explica asimismo por qué a mucha gente le parece que las tareas monótonas pasan en realidad con rapidez: cuando estás aburrido estás pensando en el tiempo, tal vez incluso mirando tu reloj, pero no cuando estás soñando despierto. Un estudio de 1952 de Morris Viteles, un psicólogo industrial de la Universidad de Pensilvania, reveló que solo el veinticinco por ciento de los trabajadores que realizaban tareas aparentemente monótonas las experimentaban en realidad como tales. (Entre sus muchos logros, Viteles desarrolló el Test Viteles de Selección de Maquinistas con el fin de ayudar a la compañía Milwaukee Electric Railway a contratar a los mejores conductores de tranvía; escribió *The Science of Work* [La ciencia del trabajo] y *Motivation and Morale in Industry* [Motivación y moral en la industria], y pronunció en cierta ocasión una conferencia titulada «Las máquinas y la monotonía».)

Wearden advirtió asimismo que el hecho de que un período de tiempo pase o no volando depende de *cuándo* pienses en él: retrospectivamente o en el transcurso de la experiencia. El tiempo puede ir a paso de tortuga tanto en el pasado como en el presente; un atasco de tráfico o una cena pueden durar una eternidad mientras estás en ellos y es probable que los recuerdes de ese modo más tarde. Pero el tiempo rara vez parece volar en el momento, decía Wearden. Eso es prácticamente por definición: el tiempo vuela porque no le estás siguiendo el rastro en este momento. ¿Cuál fue la última película que viste de principio a fin pensando: «Guau, esta película pasa volando»? O bien estás aburrido y mirando tu reloj, o bien estás absorto en la película

y no reparas en la hora. En las reuniones y en las conferencias, Wearden gusta de preguntar a sus colegas psicólogos si alguna vez han experimentado que el tiempo transcurría con rapidez o si conocen a alguien que lo haya experimentado. La respuesta es siempre negativa.

«El consenso entre los psicólogos, después de unas cuantas cervezas, es que la experiencia del tiempo rápido es tan rara que se diría inexistente —dice Wearden—. No puedes hacer avanzar rápidamente el tiempo mientras estás todavía en él.» El tiempo no vuela cuando te estás divirtiendo: descubres que ha volado solo una vez acabada la diversión.

«¡Pon el temporizador, papá!»

Joshua ha entrado en la cocina, donde estoy haciendo el café del desayuno. Leo y él tienen dos años y, empoderados por el lenguaje, rebosan de quejas recíprocas: lo ha cogido él, ¿por qué no puedo yo?, ¡no es justo! Cada uno de ellos quiere afirmar su yo naciente, pero solo la paridad absoluta puede hacer que el universo sea justo. Susan y yo hemos instaurado una política de turnos, pero pronto aprendemos una lección elemental sobre la percepción temporal: para el niño que no tiene la cosa en cuestión, el turno de otro niño es siempre más largo. La duración depende del ojo del observador, no del poseedor.

Así pues, he introducido un reloj, uno de esos temporizadores para cocer huevos que pones girándolo y luego esperas mientras agota los segundos y suena una campanilla. A mis hijos les gusta; no es un juez arbitrario, ni irritable ni a medio afeitarse, ni tampoco es probable que esté preocupado por leer las noticias. Su objetividad parece casi mágica y ellos suelen apelar a mí para que lo invoque con el fin de zanjar sus disputas. Pero incluso esta estrategia se está agotando. Joshua se ha aficionado a coger el temporizador y girarlo para hacer que suene una y otra vez, como si fuese a acabar así el turno de su hermano y a obligarlo a entregar la cosa en cuestión. Si el tiempo se curva, sin duda puede curvarse a su antojo.

Yo suelo programar el reloj para dos minutos, pero un día Susan lo programa para cuatro minutos, con el fin de darnos tiempo para media conversación. A la mitad, sorprendentemente cerca de la marca de los dos minutos, entra Joshua afligido: ¿por qué no ha sonado todavía la hora? Evidentemente, con un entrenamiento habitual en el turno de dos minutos, ha aprendido el intervalo; he conseguido introducir en él el tiempo. «Es como si aprendieran el tiempo de la misma forma que aprenden un idioma», dice Susan. Tiene razón en un grado que, como padres, aún hemos de apreciar plenamente. Pero las cosas son también más complicadas. Nuestros hijos poseen ya claramente alguna clase de temporizador: una versión incipiente del reloj que me deja impaciente en un semáforo rojo o en el andén de la estación, convencido de que mi turno ya debería haber llegado. Puedo introducir el tiempo en mis hijos, pero solo en la medida en que ya disponen de medios para captarlo.

En 1932, Hudson Hoagland fue a la farmacia. Hoagland era un fisiólogo respetado del área de Boston, con un interés particular en cómo influyen las hormonas en el cerebro; a lo largo de su carrera había enseñado en la Facultad de Medicina de Tufts, de la Universidad de Boston, y en Harvard y había contribuido a la creación de una fundación para el desarrollo de la píldora anticonceptiva. En la década de 1920 había investigado a la médium de la alta sociedad Margery, que sería finalmente desacreditada por el escapista Houdini. En aquel momento, sin embargo, Hoagland estaba comprando aspirinas; su mujer estaba en casa con gripe y con cuarenta grados de temperatura y lo había mandado a la farmacia.

Tardó solamente veinte minutos, pero, cuando regresó, su esposa insistía en que se había ausentado durante mucho más tiempo. Hoagland estaba intrigado. Le pidió que contara sesenta segundos mientras él la cronometraba; ella era música y estaba acostumbrada a reconocer la duración de un segundo, pero contó hasta sesenta en tan solo treinta y ocho segundos. Él repitió el experimento dos docenas de veces en los días siguientes y descubrió que, a medida que su mujer se recuperaba y su temperatura regresaba a la normalidad, su cálculo también se normalizaba. «Sin ser consciente de ello, contaba más deprisa cuanto más alta era su temperatura», indicaría Hoagland en un artículo unos años después. Cuando repitió el experimento con sujetos en estado febril o cuya temperatura corporal elevaba él artificialmente, los resultados eran similares. Era como si los sujetos tuvieran un reloj interno que, al calentarse, acelerase su tictac; no sentían que el tiempo pasase volando, pero se sentían inevitablemente sorprendidos al final del experimento al descubrir que, según el reloj de la pared, había transcurrido menos tiempo del que pensaban. «En igualdad de condiciones, con fiebre podríamos llegar temprano a nuestras citas», escribió Hoagland.

Los hallazgos de Hoagland estimularon a otros investigadores para embarcarse en lo que John Wearden ha descrito en un artículo de revisión como «algunas de las manipulaciones experimentales más estrambóticas de la psicología seria». Se introducía a los voluntarios en habitaciones caldeadas y se les pedía que se pusieran un chándal o un casco especial que les calentaba la cabeza, y acto seguido se les pedía que marcaran el ritmo de intervalos de treinta segundos o que regularan el ritmo de un metrónomo (por ejemplo, a cuatro tictacs por segundo) o que indicaran cuándo habían transcurrido cuatro, nueve o trece minutos. En un experimento,

realizaban las pruebas de cronometraje mientras pedaleaban en una bicicleta estática en un tanque de agua. En un artículo de 1966, Hoagland revisó sus hallazgos originales y algunas investigaciones posteriores y ofreció una explicación fisiológica. «El sentido del tiempo de los seres humanos depende esencialmente de la velocidad del metabolismo oxidativo en algunas de las células del cerebro», escribió.

La explicación de Hoagland no se sostiene (ni siquiera está claro que supiera con exactitud a qué se refería), pero el interés por el tema general no ha cesado de intensificarse desde entonces. De las numerosas facetas del tiempo, con mucho la más estudiada es nuestra manera de captar la duración: nuestra capacidad de calcular cuánto ha durado un intervalo de tiempo, normalmente un intervalo breve que oscila quizás entre un par de segundos y unos minutos. Este es el lapso de la experiencia momentánea; en él planeamos, calculamos y tomamos decisiones; soñamos despiertos, nos impacientamos o nos aburrimos. Si esperas con impaciencia en un semáforo en rojo o te enfadas por la certeza de que tu hermano ha tenido la cosa en cuestión durante un poco más de tiempo de lo que es justo, estás navegando por este lapso de tiempo. Muchas de nuestras interacciones sociales tienen lugar en estas ventanitas y dependen de un agudo sentido de la duración de los intervalos. La sonrisa genuina suele empezar y terminar más deprisa que la forzada; la diferencia en la duración es sutil, pero lo suficientemente perceptible como para que un observador pueda distinguir con frecuencia la sonrisa auténtica de la simulada.

Durante bastante más de un siglo, los investigadores han reconocido que modelamos el tiempo conforme nos movemos por él; parece acelerarse o ralentizarse en función de si estás contento, triste, enfadado o ansioso, lleno de temor o esperanzado, tocando música o escuchándola; un estudio de 1925 reveló que un discurso parece pasar más rápido para la persona que lo da que para quien lo escucha. Cuando los investigadores analizan la «percepción del tiempo», normalmente el tiempo en cuestión es solo un puñado de segundos o de minutos.

En realidad, la capacidad que tiene el niño pequeño de saber cuándo han transcurrido dos minutos lo alinea con buena parte del reino animal. En la década de 1930, el psicólogo ruso Iván Pávlov reveló que los perros son unos maestros de los intervalos breves. Pávlov es recordado principalmente por su demostración de que si un perro oye una campana mientras come, puede ser entrenado para salivar con el mero sonido de la campana, una reacción denominada respuesta condicionada. Pávlov demostró

que un perro puede ser condicionado tan fácilmente con un intervalo temporal como con una campana. Si al perro se le da comida cada treinta minutos, acabará por empezar a salivar hacia el final de ese intervalo de treinta minutos, incluso si no recibe comida. El perro ha interiorizado el lapso temporal, de algún modo cuenta los minutos y anticipa una recompensa final. Los perros poseen expectativas similares a las humanas, que pueden ser cuantificadas y controladas.

Las ratas de laboratorio exhiben habilidades similares. Supongamos que adiestras una rata del siguiente modo: se enciende una luz que indica el comienzo del intervalo y si la rata espera, por ejemplo, diez minutos para presionar una palanca, consigue una recompensa alimenticia. Repite esto unas cuantas veces. A continuación, enciende la luz pero no le des comida a la rata, por muy rápido que apriete la palanca. La respuesta de la rata permanecerá constante: empieza accionando la palanca poco antes de los diez minutos, aprieta con más frecuencia a los diez minutos y poco después renuncia. Al igual que el perro, la rata enmarca su expectativa en torno al intervalo; también sabe dejar de responder poco después de que termine el intervalo si sus expectativas no se ven recompensadas. Y su conducta expectante crece a lo largo de los diferentes intervalos de tiempo; en general, si una rata está condicionada en un intervalo de cinco, diez o treinta minutos, empieza y deja de apretar la palanca en un momento que representa el diez por ciento del intervalo en su conjunto. Al enfrentarse a un intervalo de treinta segundos, el animal empieza a presionar tres segundos antes del comienzo del intervalo y deja de hacerlo tres segundos después de que termine; con un intervalo de sesenta segundos, empieza a presionar seis segundos antes. En 1977, John Gibbon, un físico matemático de la Universidad de Columbia, codificó esta relación en un influyente artículo que presentó lo que llamaba teoría de la expectativa escalar. La teoría, designada a veces con su acrónimo inglés SET (y pronunciada «set»), consistía esencialmente en un conjunto de ecuaciones que demostraban que la expectativa de un animal, su velocidad de respuesta, aumenta a medida que se acerca el final del intervalo condicionado, y lo hace en proporción a la duración total del intervalo. Hoy en día, cualquier esfuerzo para explicar cómo pueden los animales medir los intervalos debe dar cuenta de esta invariancia de escala.

Una rata puede realizar otras prodigiosas hazañas de medición temporal. Colocada en un laberinto que ofrece dos caminos hasta un trozo de queso, el animal aprende rápidamente a coger no solo el camino físicamente más corto, sino también el más

rápido. Si dos rutas son equidistantes, cada una con una zona de espera temporal (seis minutos de espera en una de ellas frente a un minuto de espera en la otra), la rata aprende enseguida a elegir el camino que la conducirá a la comida en el mínimo tiempo. El animal puede discriminar entre intervalos de tiempo e intuir la duración de una pérdida de tiempo.

Patos, palomas, conejos e incluso peces pueden hacer cosas semejantes a estas. (Gibbon trabajó con estorninos.) En 2006, unos biólogos de la Universidad de Edimburgo demostraron que los colibríes exhiben capacidades de medición temporal en su hábitat natural. Los investigadores dispusieron ocho comederos para pájaros con forma de flor y llenos de agua azucarada; cuatro de ellos se rellenaban cada diez minutos y los otros cuatro se rellenaban cada veinte minutos. Los colibríes, tres machos que habían establecido su territorio en torno a las falsas flores, aprendieron enseguida ambas velocidades de recarga y las anticipaban. Visitaban los comederos de diez minutos significativamente antes que los comederos de veinte minutos, evitaban activamente estos últimos hasta que casi habían transcurrido veinte minutos y comenzaban a visitar todos los comederos justo antes de ser rellenados en cada caso. También mostraban una capacidad extraordinaria para recordar dónde estaban las flores y cuáles de ellas habían investigado más recientemente; perdían poco tiempo en las flores vacías. Para buscar comida de manera eficiente entre las auténticas flores silvestres, el pájaro ha de memorizar el paradero de una variedad de flores, aprenderse sus respectivas velocidades de recarga (que varían a lo largo del día), calcular una ruta óptima a través de ellas y tratar de llegar a cada flor antes, pero no mucho antes, que sus competidores. Incluso en un campo de abundancia, el tiempo es esencial y los colibríes se afanan en aprovecharlo al máximo.

Por supuesto, los humanos no cesamos de optimizar nuestro tiempo a través de los segundos y los minutos, unas veces de forma consciente y otras no. Si corro, ¿puedo coger el tren que está a punto de salir del andén? ¿Está tardando demasiado esta fila para pagar, y en qué momento debería cambiarme a esa otra? Solo es posible tomar tales decisiones si dispongo de alguna manera de medir estos breves intervalos y de compararlos entre sí. Parece una conducta sofisticada, pero claramente es fundamental en el reino animal, y el hecho de que pueda ser llevada a cabo por animales con cerebros no mayores que un guisante sugiere claramente que cuentan con algún tipo de dispositivo de cronometraje, básico a la par que antiguo.

Durante la mayor parte del siglo xx, el estudio de la percepción y medición del tiempo se dividía básicamente en dos escuelas, cada una de las cuales ignoraba en gran medida la relevancia de la otra, cuando no su existencia. Una de ellas, centrada principalmente en Europa, se interesaba sobre todo por la experiencia existencial del tiempo y por la traducción de la filosofía a la psicología. Los experimentalistas alemanes del siglo xix, preocupados por la psicofísica, trataban el tiempo como una cosa real; Ernst Mach se preguntaba si los humanos poseían receptores definidos, quizás en los oídos, que estuvieran sintonizados con él. En 1891, en un influyente ensayo titulado «La genèse de l'idée de temps» («La génesis de la idea del tiempo»), el filósofo francés Jean-Marie Guyau descartaba la visión objetiva del tiempo y proponía una idea muy moderna a la par que muy agustiniana: que el tiempo solo existe en la mente. «El tiempo no es una condición, sino más bien un simple producto de la conciencia —escribió—. No es una forma *a priori* que imponemos a los acontecimientos. El tiempo, tal como yo lo veo, no es sino una especie de tendencia sistemática, una organización de las representaciones mentales. Y la memoria no es sino el arte de evocar y organizar estas representaciones.» En resumidas cuentas, el tiempo es nuestro sistema para mantener rectos nuestros recuerdos.

Los investigadores posteriores perdieron el interés en el supuesto *Zeitsein* o «sentido del tiempo», y en su lugar empezaron a investigar y a documentar las muchas formas en las que la percepción del tiempo podía ir por mal camino. Drogas como el pentobarbital y el óxido nitroso hacían que los sujetos subestimaran un intervalo de tiempo, en tanto que la cafeína y las anfetaminas les hacían sobrestimarlo. Un sonido agudo parece durar más que un sonido grave de igual duración. El tiempo «lleno» parece más corto que el tiempo «vacío»: veintiséis segundos dedicados a resolver anagramas o a escribir el alfabeto al revés parecen pasar más deprisa que veintiséis segundos dedicados a descansar y a no hacer nada. Piaget fue el primero de los muchos científicos que estudiaron cómo perciben el tiempo los niños, y el primero en demostrar que la percepción temporal es algo a lo que nuestra especie se adapta a lo largo del tiempo.

En 1963, el psicólogo francés Paul Fraisse sintetizó más de un siglo de investigaciones sobre el tiempo, incluidas las suyas propias, en *Psychologie du temps* [Psicología del tiempo]. En su barrido enciclopédico, el libro codificaba lo que hasta entonces había sido un campo de estudio dispar; fue tan influyente en su ámbito como los *Principios de psicología* de James. «Ejerció una enorme influencia sobre

los temas que los estudiantes de posgrado elegían para sus tesis doctorales —me contó Warren Meck, un neurocientífico cognitivo de la Universidad de Duke—. Eso era en los viejos tiempos, cuando escribir un libro significaba algo, al menos en las ciencias.»

Mientras tanto, en los Estados Unidos, un grupo separado de científicos, entre los que figuraba un joven Warren Meck, abordaba la medición del tiempo desde otra perspectiva, en un principio sin ser conscientes de lo que estaban haciendo. A Meck se lo considera en la actualidad el personaje más ilustre en la investigación de la estimación temporal de intervalos, y en los últimos años ha tratado de agrupar el campo en torno a un conjunto de ideas básicas. «Estoy intentando poner orden en este revoltijo», me dijo en cierta ocasión.

Meck se crio en una granja del este de Pensilvania y gusta de decir que sigue siendo un granjero, toda vez que ha pasado la mayor parte de su carrera en el laboratorio criando, manejando y experimentando con ratas y ratones. Pasó sus dos primeros años universitarios en la sede local de la Universidad Estatal de Pensilvania, que estaba cruzando la autopista desde su instituto, y posteriormente se trasladó a la Universidad de California en San Diego (UCSD), donde trabajó como ayudante de investigación en un laboratorio de condicionamiento operante estudiando palomas. Por aquel entonces, en los años setenta, el aprendizaje y el condicionamiento animal estaban dominados todavía por el conductismo, una escuela de pensamiento promulgada en los Estados Unidos por B. F. Skinner, que trataba de entender cómo aprenden los animales controlando de cerca lo que hacen en el laboratorio. La cognición y la psicología social revestían escaso interés para estos científicos, que eran reticentes a ver sus sujetos animales como mucho más que máquinas ambulantes. Pávlov había demostrado que la capacidad de un animal para aprender diferentes intervalos de tiempo resulta crucial para el proceso de condicionamiento, pero los conductistas solían considerar la estimación temporal de intervalos como un medio para un fin, no como un fin digno de estudio por derecho propio.

Como recuerda Meck, el laboratorio de la UCSD se parecía a una sala de mando de una operadora telefónica, con líneas de transmisión por todas partes. En la mayoría de estos laboratorios, la tecnología era lo bastante rudimentaria para que todas las cajas tuvieran que ser controladas al unísono. El condicionamiento consistía básicamente en adiestrar a las palomas para elegir entre varias demoras para el refuerzo: la paloma podía conseguir el grano si, después de ver un color determinado en la tecla de la

respuesta, esperaba veinte segundos antes de picotear la tecla. «Intervalos fijos, intervalos variables: pensábamos que los animales se comportaban como si fueran pequeños relojes», decía Meck. Sus colegas querían saber qué clase de cosas podían provocar el aprendizaje de los animales, «pero yo siempre estuve interesado en qué parte del cerebro les permitía hacerlo. No es probable que un skinneriano se haga esa pregunta».

Meck se trasladó luego a la Universidad Brown, donde estudió con Russell Church, un célebre psicólogo experimental que colaboraba con frecuencia con John Gibbon, el creador de la teoría de la expectativa escalar. Por aquel entonces, Gibbon había concentrado toda su atención en la estimación temporal y se preguntaba qué procesos cognitivos permitían a sus animales discriminar un intervalo de tiempo breve del siguiente. En 1984, los tres investigadores publicaron un artículo fundamental, «Scalar Timing in Memory» [«La estimación temporal escalar en la memoria»], que desarrollaba el artículo de Gibbon de 1977 y presentaba un modelo de procesamiento de la información para explicar la conducta de estimación temporal de los animales.

Lo que proponían era un reloj básico, parecido a un reloj de arena o a una clepsidra, que hace dos cosas: emite pulsaciones a un ritmo constante, con alguna clase de marcapasos, y almacena el número de tictacs o pulsaciones durante el suceso que está siendo cronometrado para consultas posteriores. Hace tictac y cuenta los tictacs; se trata de un reloj con memoria. En algunas versiones, el reloj tiene una tercera característica, un interruptor que determina si las pulsaciones se acumulan o no. Cuando comienza el intervalo que se ha de aprender, el interruptor se cierra y permite que se acumulen las pulsaciones; cuando el interruptor se abre, las pulsaciones dejan de acumularse. Los investigadores designaron su modelo como teoría de la estimación temporal escalar, pero habitualmente se conoce como modelo del marcapasos-acumulador o, a veces, como modelo de procesamiento de la información. Algo similar había propuesto una década antes un psicólogo oxoniense llamado Michel Treisman, que aplicó la idea a los estudios sobre la conducta humana, pero apenas fue citado; la nueva versión era la primera aplicación al aprendizaje animal y se hizo célebre inmediatamente.

En nuestra conversación, Meck subrayó que el artículo original de Gibbon de 1977 sobre la teoría de la expectativa escalar no hacía mención alguna a relojes, cronómetros o marcapasos, si bien muchos científicos contemporáneos creen lo

contrario. «Se trataba esencialmente de un conjunto de ecuaciones matemáticas cerradas» que predecían la estimación temporal de las pulsaciones de tecla y los picotazos de roedores y palomas, puntualizaba Meck. El artículo posterior, que Meck describía como «una versión animada de la SET», incorporaba términos sencillos como «artimaña intencionada» con el fin de contribuir a volver la teoría «más generalmente accesible a un conjunto más amplio de psicólogos, es decir, a aquellos con menor inclinación matemática». Internamente, los coautores se referían a la teoría de la estimación temporal escalar como «el modelo SET para idiotas». La mentalidad conductista era todavía tan poderosa que, cuando Meck y sus colegas incluyeron inicialmente la palabra «reloj» en su artículo, los editores de la revista insistieron en que la eliminaran.

«Ese artículo fue un tanto arriesgado para nosotros —me explicó Meck—. “Reloj” es un constructo cognitivo que ningún skinneriano que se precie osaría utilizar; si no puedes verlo, no puedes describirlo. Treisman no molestaba a nadie empleando la palabra “reloj”, mientras que nosotros molestábamos a mucha gente en el campo animal.»

El modelo del marcapasos-acumulador se popularizó enseguida entre los investigadores del mundo animal que estudiaban la estimación temporal, toda vez que ofrecía un mecanismo conceptual, sino fisiológico, para explicar algunas de las relaciones temporales que habían estado observando. Por ejemplo, los estudios con ratas bajo los efectos de varias drogas sugerían que los estimulantes, como la cocaína y la cafeína, hacían que las ratas sobrestimasen los breves intervalos temporales. Esto tiene sentido si uno se imagina que estas drogas hacen que el marcapasos acelere su tictac: se acumulan en el contenedor de la memoria más tictacs de los que se acumularían normalmente en el mismo intervalo, por lo que cuando el sistema vuelve a «contar» el tiempo acumulado, sobrestima su duración. Los fármacos como el haloperidol y la pimozida, que reducen la efectividad de la dopamina en el cerebro y en los humanos se utilizan como antipsicóticos, provocan el efecto contrario, ralentizando el ritmo del tictac y haciendo que las ratas subestimen los intervalos temporales.

Resultados similares se constataron en sujetos humanos a quienes se había suministrado estos fármacos y drogas u otros semejantes: los estimulantes aceleraban el reloj, haciendo que las personas sobrestimasen los intervalos temporales, en tanto

que los tranquilizantes las llevaban a subestimarlos. Y había evidencias crecientes de que los trastornos médicos podían distorsionar asimismo el reloj del marcapasos. Los enfermos de párkinson sufren niveles bajos de dopamina en el cerebro, y en las pruebas cognitivas subestiman sistemáticamente los intervalos temporales breves, lo cual sugiere que la reducción de dopamina ralentiza el reloj interno.

El modelo del marcapasos-acumulador contribuyó asimismo a explicar el curioso hecho de que, en los experimentos, que un intervalo temporal parezca más largo o más corto de lo normal dependerá de *cómo* le pidamos al sujeto que responda. Por ejemplo, supongamos que te piden que juzgues la duración de un tono de audio; podrías expresar tu estimación verbalmente («Creo que el tono ha durado cinco segundos») o reproduciéndola, quizás golpeteando, contando en voz alta o presionando un botón durante lo que consideres una duración equivalente. Y supongamos que, antes de escuchar el tono de audio, ingieres una pequeña dosis de un estimulante como la cafeína. Si calculas verbalmente la duración, probablemente dirás que el tono ha durado más de lo que ha durado en realidad. Ahora bien, si aprietas un botón durante lo que consideras una duración equivalente, tu respuesta será más corta que el suceso real. Tal es la complejidad de nuestro reloj interno que, si se acelera farmacológicamente, puedes pasarte de largo o quedarte corto con respecto al mismo intervalo dependiendo de cómo ofrezcas tu respuesta.

El modelo del marcapasos-acumulador puede explicar la paradoja. Pongamos que el tono de audio que has escuchado ha durado en realidad quince segundos. Acelerado por la cafeína, tu reloj interno hace tictac más deprisa de lo habitual, por lo que durante ese lapso se acumulan más tictacs de lo normal; puede que tu reloj haga tictac sesenta veces en esos quince segundos en lugar de los cincuenta habituales. (Estoy sacando estas cifras de una chistera.) Cuando cesa el pitido, se te pide que calcules verbalmente el intervalo. Tu cerebro cuenta los tictacs y, dado que más tictacs equivalen a más tiempo, y dado que sesenta es mayor que cincuenta, indicarás que el pitido ha durado un poco más de lo real. Supongamos ahora, en cambio, que te piden que calcules la duración del pitido apretando un botón durante un lapso de tiempo equivalente. Tu reloj está haciendo tictac más deprisa por causa de la cafeína, por lo que llegarás a cincuenta tictacs (la medida de quince segundos de tu cerebro) más rápido de lo normal, de suerte que dejarás de apretar el botón antes de que transcurran realmente quince segundos. Tu conjetura verbal sobrestimarás la duración, pero para un observador tus acciones parecerán subestimarla.

El modelo del marcapasos-acumulador pronto se propagó más allá de los laboratorios de investigación animal, hasta los laboratorios de científicos que estudiaban la percepción temporal en las personas. «Tradicionalmente, los investigadores de los humanos no prestan mucha atención al trabajo de los investigadores de los animales, y viceversa —sostiene Meck—. Los investigadores de animales tienden a ser reduccionistas y maniáticos del control. Pero la estimación temporal era diferente; John Gibbon unió por vez primera a los investigadores de humanos y animales. Cuando presentamos en un congreso el modelo de procesamiento de la información de la SET, los investigadores de humanos quedaron encantados.»

John Wearden, en Inglaterra, estaba entre ellos. Cuando apareció el artículo de 1984, vio una oportunidad de pasar su grupo de estudio de las ratas a las personas, y en la actualidad figura entre los más ávidos defensores del modelo del marcapasos-acumulador. En uno de sus experimentos más provocativos, Wearden mostraba a los sujetos un estímulo visual o les hacía escuchar un tono de audio de duración variable. Justo antes, sin embargo, reproducía una secuencia de clics de audio de cinco segundos, con una frecuencia de cinco o veinticinco clics por segundo, con la intuición de que esto aceleraría el reloj de estimación temporal de intervalos del sujeto. Así sucedió en efecto: después, cuando pedía a sus sujetos que calculasen la duración del estímulo, aquellos que habían oído primero los clics sobrestimaban sistemáticamente la duración del estímulo.

Entonces Wearden se preguntaba: si es posible hacer que tu reloj acelere su tictac dilatando un lapso de tiempo, ¿puedes lograr más cosas en ese tiempo añadido? ¿El tiempo simplemente parece estirarse o, en algún sentido sustantivo, se estira de veras? «Supongamos que, leyendo a toda velocidad, eres capaz de leer sesenta líneas de texto en sesenta segundos —decía Wearden—. Entonces, al darte algunos parpadeos o secuencias de clics, he logrado que parezca que los sesenta segundos duraron más de lo que lo que de hecho lo hicieron. ¿Puedes leer ahora más de sesenta líneas en un minuto?»

Pues resulta que sí que puedes. En un experimento, Wearden hacía que sus sujetos vieran un monitor de ordenador en el que aparecían cuatro casillas colocadas en fila. Aparecía una cruz en una de las casillas y el sujeto tenía que presionar una de las cuatro teclas, la correspondiente a su posición correcta. Wearden descubrió que sus tiempos de respuesta aumentaban considerablemente si oían una serie de clics (una

ráfaga de cinco segundos, o bien a cinco o bien a veinticinco clics por segundo) al inicio del experimento. En un experimento similar, los sujetos no veían una cruz sino un ejercicio de suma junto con cuatro respuestas posibles; una vez más, escogían la respuesta correcta con más rapidez si primero oían una secuencia de clics.

Además de reaccionar más deprisa, las personas también pueden aprender más en ese tiempo, descubrió. En otro experimento mostraba brevemente a los sujetos un montón de letras dispuestas en tres filas, durante medio segundo a lo sumo, y les pedía inmediatamente que recordasen todas las letras que pudiesen. Una vez más, al escuchar antes los clics aumentaba el número de letras que podían recordar correctamente, de forma leve pero significativa. (Asimismo incrementaba la tasa de falsas alarmas: su recuerdo de letras que nunca habían aparecido.) Al acelerar sus relojes aumentando la velocidad de su tictac, parecía brindarse a los sujetos más tiempo para recordar y procesar la información.

Se había advertido hacía mucho tiempo que tu estimación de una duración puede variar significativamente en función de tus circunstancias: tu estado emocional, lo que sucede a tu alrededor y los sucesos concretos que estás observando y midiendo. «Nuestra sensación del tiempo armoniza con diferentes estados de ánimo», escribió William James. En la última década, los científicos han descubierto formas cada vez más interesantes de ralentizar o acelerar el reloj de estimación temporal de intervalos en función del estado de ánimo del sujeto, del contenido de lo que está experimentando o de ambas cosas. Si observas brevemente una imagen de una cara en un monitor de ordenador, tu estimación de su duración dependerá de si es una persona mayor o joven, más o menos atractiva o de la misma edad o etnia que tú. Las fotos de gatitos y de chocolate negro duran más tiempo en la pantalla que las imágenes igualmente breves de arañas espeluznantes y de morcillas. No hace mucho me topé con un artículo titulado «Time Flies When We Read Taboo Words» [«El tiempo vuela cuando leemos palabras tabú»] en el que los investigadores analizaban las propiedades distorsionadoras del tiempo de varios términos subidos de tono con connotaciones sexuales. En aras del decoro académico, sin embargo, las palabras tabú no se incluyeron en el artículo publicado; una nota final indicaba que tenías que solicitárselas directamente al autor. Así lo hice y, cuando recibí la lista, descubrí que *fuck* (*joder*) y *asshole* (literalmente *ojo del culo*), cuando se ven en el monitor, parecen durar menos que palabras como *bicycle* (*bicicleta*) y *zebra* (*cebra*), aun cuando su duración real en pantalla es la misma.

Uno de los aspectos del modelo del marcapasos-acumulador que más le gustan a Wearden es que refleja una experiencia común: a medida que se estira un suceso o una duración, tienes la sensación de que el tiempo se acumula en tu interior. Cabe imaginar el reloj interno como una especie de reloj digital, con números que crecen aproximadamente en proporción al paso del tiempo en el exterior. Un período más largo del tiempo del reloj equivale a más clics internos; más clics internos se traducen en un paso más largo del tiempo del reloj.

Las personas pueden hacer realmente aritmética con los intervalos temporales. En un experimento, Wearden adiestró a sus sujetos para que reconocieran un intervalo de diez segundos reproduciendo un pitido que marcaba el inicio del intervalo y otro que indicaba su final. Hacía esto un par de veces para acostumbrar al sujeto a un intervalo estándar. Acto seguido presentaba un nuevo intervalo, entre uno y diez segundos de duración, limitado de nuevo por pitidos, y le pedía al sujeto que calculara qué fracción del intervalo estándar representaba. ¿Duraba la mitad? ¿Un tercio? ¿Una décima? (Para evitar que sus sujetos hicieran trampa contando interiormente para medir la duración, Wearden les hacía realizar una tarea menor en la pantalla del ordenador mientras escuchaban el intervalo.)

«Cuando le pides a alguien que haga eso, palidece al pensar que es imposible», dice Wearden. Pero sus cálculos resultan ser sorprendentemente precisos: cuanto menor es la fracción que oye, menor es la duración estimada. «Sus estimaciones son casi completamente lineales. Cuando estás objetivamente a mitad del intervalo, también estás a mitad subjetivamente, lo cual implica algún tipo de proceso de acumulación lineal.» Y existe muy poca discrepancia entre un sujeto y otro; una décima o un tercio del intervalo de una persona coincidían con el de otra. Wearden descubrió asimismo que a las personas se les da bien sumar intervalos. Hacía escuchar a los sujetos dos o tres duraciones diferentes y les pedía que las combinaran en su mente en una duración más larga, y luego debían tratar de emparejar la suma con duraciones más largas que reproducía para ellos. «Lo hacían francamente bien — dice—. ¿Cómo demonios puedes hacer eso si no dispones de un sistema ordenado de medición del tiempo?»

Una reciente mañana de sábado, Susan y yo fuimos a la ciudad a visitar el Museo Metropolitano de Arte, al que no habíamos vuelto juntos desde que nacieron nuestros hijos. No había llegado aún la muchedumbre y, durante una hora aproximadamente, deambulamos absorbiendo el silencio cavernoso del arte. Nos separamos un poco aunque sin perder el contacto; mientras que Susan vagaba entre los Manets y los Van Goghs, yo me deslicé por una pequeña galería lateral, no mucho más ancha que un vagón de metro, que albergaba una serie de vitrinas con pequeñas esculturas de bronce de Degas. Había unos cuantos bustos, varios caballos al trote y la figura de una mujer que se estiraba, un pequeño bronce erguido y con el brazo doblado hacia arriba, como si se estuviera despertando de una larga siesta.

Al fondo de la galería, en una larga vitrina, había dos docenas de bailarinas en varios estados de movimiento o reposo. Una examinaba la planta de su pie derecho, otra se estaba poniendo la media, la tercera estaba en pie con la pierna derecha adelantada y las manos detrás de la cabeza. *Primer arabesque penché*: inclinada hacia adelante sobre un pie, brazos estirados, como una niña imitando un avión. *Arabesque devant*: erguida sobre la pierna izquierda, pierna derecha estirada hacia adelante, brazo izquierdo doblado por encima de la cabeza. Sus movimientos estaban congelados pero preservaban su fluidez; me sentía como si me hubiera colado en un ensayo y las bailarinas hubieran hecho una pausa para permitirme apreciar la mecánica de su elegancia. En un momento dado llegó un grupo de chicos jóvenes que también me parecieron bailarines. Su profesor les dijo: «Rápido, ¿cuál de ellas sois ahora?», y cada uno escogió un bronce para imitarlo; el más próximo a mí con la pierna derecha adelantada, las manos en las caderas y los codos hacia atrás. «Me gusta que hayas escogido esa, John», le dijo el profesor.

El tiempo vuela cuando te diviertes. Puede ralentizarse cuando te sientes presionado, durante un accidente de coche o una caída de un tejado, o distorsionarse bajo la influencia de estupefacientes, avanzando más deprisa o más despacio en función de la sustancia. Hay miles de formas menos conocidas de curvar el tiempo y los científicos no cesan de descubrir otras nuevas. Por ejemplo, considera estas dos esculturas de Degas:



Pertencen a la serie de las bailarinas que había visto en el Museo Metropolitano, que muestran las posturas de la danza en toda la gama de esfuerzo; la bailarina de la izquierda está en reposo y la bailarina de la derecha está ejecutando un primer arabesco *penché* (inclinado). Las esculturas (y sus correspondientes imágenes) no están en movimiento, pero las bailarinas representadas parecen estarlo, y eso resulta ser suficiente para alterar tu percepción del tiempo.

En un estudio publicado en 2011, Sylvie Droit-Volet, una neuropsicóloga de la Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, en Francia, y tres coautores mostraban imágenes de las dos bailarinas a un grupo de voluntarios. El experimento era lo que se conoce como una tarea de bisección. En primer lugar, en una pantalla de ordenador, a cada sujeto se le mostraba una imagen neutral que duraba o bien 0,4 segundos o bien 1,6 segundos; mediante presentaciones reiteradas, se adiestraba a los sujetos para que reconocieran esos dos intervalos de tiempo y se hicieran una idea de cada uno de ellos. Acto seguido aparecía en pantalla una de las dos imágenes de bailarinas durante una duración determinada entre esos dos intervalos; tras cada visualización, los sujetos pulsaban una tecla para indicar si la duración de la bailarina se parecía más al intervalo corto o al largo. El resultado fue consistente: la bailarina en arabesco, la más dinámica de las dos figuras, parecía durar más tiempo en pantalla de lo que realmente duraba.

Eso tiene su sentido. Los estudios relacionados han revelado un vínculo entre la percepción temporal y el movimiento. Un círculo o un triángulo que se muevan con rapidez por el monitor de tu ordenador parecerán durar más en pantalla que un objeto estacionario; cuanto más rápido se muevan las figuras, mayor será la distorsión. Pero las esculturas de Degas no se están moviendo, simplemente sugieren movimiento. Normalmente, las distorsiones en la duración obedecen a tu manera de percibir ciertas propiedades físicas de los estímulos. Si observas una luz que parpadea cada décima de segundo y simultáneamente oyes una serie de pitidos a un ritmo ligeramente más lento (cada quinceava de segundo, por ejemplo), te parecerá que la luz parpadea más despacio de como lo hace en realidad, al compás del pitido. Eso es una función de la forma en que están conectadas nuestras neuronas; muchas ilusiones temporales son en realidad ilusiones audiovisuales. Pero con Degas no hay ninguna propiedad de alteración temporal (ningún movimiento) que percibir. Esa propiedad es totalmente fabricada por y en el observador, reactivada en tu memoria, quizás incluso reconstruida. El hecho de que la simple visión de un Degas pueda curvar el tiempo de esta manera sugiere muchas cosas sobre el funcionamiento de nuestros relojes internos.

Una de las vetas más ricas en la investigación sobre la percepción temporal la hallamos en el efecto de la emoción sobre la cognición, y Droit-Volet ha llevado a cabo numerosos estudios convincentes que exploran esta relación. En una serie reciente de experimentos, hacía que los sujetos vieran una serie de imágenes de rostros, cada uno de los cuales era neutral o expresaba una emoción básica como la felicidad o la ira. La duración de cada imagen en pantalla oscilaba entre medio segundo y un segundo y medio, y se pedía al observador que dijera si la imagen duraba un tiempo «corto» o «largo». Sistemáticamente, los observadores indicaban que los rostros felices parecían durar más que los neutrales y tanto las caras de enfado como las de temor parecían durar todavía más. (Droit-Volet descubrió que las caras de enfado duraban más aún para los niños de tres años.)

El ingrediente clave parecía ser una respuesta fisiológica llamada excitación, que no es lo que tal vez estés pensando. En la psicología experimental, la excitación se refiere al grado en el que el cuerpo se prepara para actuar de una manera determinada. Se mide mediante la frecuencia cardíaca y la conductividad eléctrica de la piel. En ocasiones se pide a los sujetos que valoren su excitación en comparación

con las imágenes de caras o marionetas. La excitación puede considerarse la expresión fisiológica de nuestras emociones, o tal vez una precursora de la acción física; en la práctica puede haber poca diferencia. Según las medidas habituales, la ira es la emoción más excitante, tanto para el observador como para la persona enfadada, seguida por el miedo, luego la felicidad y después la tristeza. Se piensa que la excitación acelera el marcapasos, provocando una acumulación de tictacs mayor de lo habitual en un intervalo dado, lo cual hace que las imágenes emocionalmente cargadas parezcan durar más que otras de igual duración. En el estudio de Droit-Volet, las caras tristes parecían durar más que las caras neutrales, pero no en el mismo grado que las felices.

Tanto los fisiólogos como los psicólogos consideran que la excitación es un estado físico de preparación: no en movimiento, sino preparado para moverse. La idea es que cuando vemos el movimiento, incluso el movimiento implícito en una imagen estática, representamos ese movimiento interiormente. En cierto sentido, la excitación es una medida de tu capacidad de ponerte en la piel de otra persona. Los estudios revelan que si observas una acción, como la mano de alguien cogiendo una pelota, los músculos de tu mano se preparan para la acción. Los músculos no se mueven, pero su conductividad eléctrica se eleva como si estuvieran preparados para hacerlo y tu frecuencia cardíaca también se incrementa ligeramente. En términos fisiológicos, estás excitado. Lo mismo sucederá si observas meramente una mano posada cerca de un objeto, presumiblemente preparada para cogerlo, o incluso una simple fotografía de una mano que sostiene el objeto.

Múltiples investigaciones sugieren que este tipo de cosas suceden todo el tiempo en nuestra vida cotidiana. Imitamos las caras y los gestos, a menudo inconscientemente; varios estudios han revelado que los sujetos imitarán una expresión facial incluso cuando, mediante artimañas de laboratorio, no son conscientes de estar viendo una cara. Dos amigos en conversación correlacionarán sus movimientos mucho más que dos desconocidos, y un observador será capaz de decir qué parejas son amigos viendo simplemente su conversación en vídeo. Marnix Naber, un psicólogo de la Universidad de Utrecht, realizó un estudio en el que hacía competir en parejas a los sujetos en una variante del videojuego Whac-A-Mole consistente en golpear a los topos. Conforme el juego progresaba, los jugadores sincronizaban cada vez más (de manera inconsciente) sus movimientos, incluso aunque al hacerlo bajase su puntuación. Esta clase de imitación parece formar parte

integral de la socialización, y la sensibilidad a la estimación temporal resulta esencial al respecto; el significado de una inclinación de la cabeza, una sonrisa o un suspiro puede cambiar radicalmente en función de que sea corto o largo, rápido o lento, regular o esporádico.

La imitación social induce asimismo la excitación fisiológica y parece abrir un camino que nos ayuda a percibir las emociones ajenas. Los estudios revelan que si pones cara de estar esperando un *shock*, cuando llegue el *shock* real resultará más doloroso. La exageración de tu expresión facial mientras ves secuencias de películas agradables o desagradables amplifica tu frecuencia cardíaca y la conductividad de tu piel, las medidas típicas de la excitación fisiológica. Los estudios que utilizan IRMf han puesto de manifiesto que se activan las mismas áreas del cerebro tanto si el sujeto experimenta una emoción particular, como puede ser la ira, como si observa una expresión facial de esta. La excitación indica un puente hacia la vida interior de los demás. Si ves que una amiga está enfadada, no te limitas a inferir cómo se siente: sientes literalmente lo mismo que ella. Su estado de ánimo y su estado de movimiento se vuelven tuyos también.

Y otro tanto sucede con su sentido del tiempo. En los últimos años, Droit-Volet y otros han demostrado que cuando encarnamos la acción o la emoción de otra persona, encarnamos las distorsiones temporales que la acompañan. En un experimento, Droit-Volet hacía que sus sujetos vieran brevemente una serie de caras, unas de ancianos y otras de jóvenes, en una pantalla de ordenador sin ningún orden o patrón particular. Descubrió que los observadores subestimaban sistemáticamente la duración de las caras de los mayores, pero no las de los jóvenes. En otras palabras, cuando los observadores veían un rostro mayor, sus relojes interiores se ralentizaban, como para «encarnar los movimientos lentos de las personas mayores», escribe Droit-Volet. Un reloj más lento hace tictac con menos frecuencia en un determinado intervalo de tiempo; se acumulan menos tictacs, por lo que el intervalo se juzga más corto de lo que es en realidad. La percepción o el recuerdo de una persona mayor inducen al observador a recrear o simular sus estados corporales, esto es, sus movimientos lentos. «Por medio de esta encarnación —explica Droit-Volet—, nuestro reloj interior se adapta a la velocidad del movimiento de las personas mayores y hace que la duración del estímulo parezca más corta.»

O recordemos el experimento anterior de Droit-Volet, en el que los participantes referían que los rostros de ira y felicidad parecían durar más en pantalla que los

neutrales. La investigadora había atribuido el efecto a la excitación, pero empezó a sospechar que la encarnación podía desempeñar también su papel. Tal vez los sujetos estaban imitando las caras mientras las veían y el acto de imitación provocaba la distorsión temporal. Así pues, repitió el experimento, pero con una diferencia crucial: a un grupo de participantes se les pedía que vieran las caras mientras sostenían un bolígrafo entre los labios, con el fin de suprimir sus expresiones faciales. Los observadores sin el bolígrafo sobrestimaban significativamente la duración de las caras de enfado y sobrestimaban moderadamente las caras felices, pero los otros observadores, con labios y rostros constreñidos, no detectaban prácticamente ninguna diferencia temporal entre las caras emocionales y las neutrales. El tiempo había sido corregido por un simple bolígrafo.

Todo esto conduce a una conclusión extraña a la par que provocativa: la percepción del tiempo es contagiosa. Cuando conversamos con otra persona y nos tenemos en cuenta mutuamente, entramos y salimos de nuestras experiencias respectivas, incluidas las percepciones ajenas de la duración (o lo que imaginamos que es la percepción ajena, basándonos en nuestras propias experiencias). No solo se curva la duración, sino que estamos compartiendo continuamente entre nosotros estas pequeñas flexiones como una moneda o un pegamento social. «La efectividad de la interacción social está determinada por nuestra capacidad de sincronizar nuestra actividad con la del individuo con quien estamos tratando —escribe Droit-Volet—. En otras palabras, los individuos adoptan los ritmos e incorporan el tiempo de otras personas.»

Nuestras distorsiones temporales compartidas pueden considerarse manifestaciones de empatía; después de todo, encarnar el tiempo de otra persona implica ponerse en su piel. Imitamos nuestros gestos y emociones respectivos, pero somos más proclives a hacerlo, revelan los estudios, con personas con las que nos identificamos o de cuya compañía nos gustaría disfrutar. Droit-Volet confirmó este extremo en su estudio de los rostros: los observadores percibían que las caras de las personas mayores permanecían menos tiempo en pantalla que las de los jóvenes, pero solo cuando el observador y la persona observada pertenecían al mismo género. Si un hombre veía un rostro de mujer mayor, o si una mujer veía un rostro de hombre mayor, no se producía ninguna distorsión temporal. Los estudios de caras étnicas demuestran un efecto similar: los sujetos sobrestiman la duración de las caras de enfado en comparación con las neutrales, pero el efecto es más probable y pronunciado cuando

tanto el observador como el rostro pertenecen a la misma etnia. Droit-Volet descubrió que los observadores más proclives a sobrestimar la duración de las caras de enfado eran los que lograban las puntuaciones más altas en una prueba estándar de empatía.

Salimos de nosotros mismos y entramos en otro todo el tiempo, pero también establecemos estos intercambios con objetos inanimados: caras y manos, imágenes de caras y manos y otros objetos figurativos, tales como las esculturas de bailarinas de Degas. Droit-Volet y los coautores del artículo sobre Degas sostienen que la razón de que la escultura más dinámica parezca durar más en pantalla (empezando por la razón de que sea fisiológicamente excitante) es que «implicaba la simulación encarnada de un movimiento más excitante y que requería más esfuerzo». Presumiblemente esto es lo que pretendía el propio Degas: una invitación a participar, un incentivo para que se incorporase hasta el más torpe de los observadores. Veo una escultura de una bailarina inclinada hacia adelante sobre un pie y de un modo discreto, externamente imperceptible pero esencial, estoy ahí con ella, ejecutando mi propio arabesco interior. Estoy bronceado con elegancia y, en el momento de mi mirada, el tiempo se curva a mi alrededor.

Los rostros emocionales, los cuerpos en movimiento, las esculturas atléticas, todos estos elementos pueden provocar distorsiones temporales y de un modo que puede explicarse con el modelo del marcapasos-acumulador. No obstante, también resultan desconcertantes. Obviamente, la vida dicta que poseamos alguna clase de mecanismo interno para mantener el tiempo y monitorizar las duraciones breves. Sin embargo, el que llevamos dentro puede desviarse de su curso con la más leve brisa emocional. ¿Qué sentido tiene disponer de un reloj tan falible?

«Lo que más me asombra del tiempo subjetivo es lo malos que somos en comparación con un cronómetro —me comentó en cierta ocasión Dan Lloyd, un filósofo del Trinity College y coeditor de *Subjective Time: The Philosophy, Psychology, and Neuroscience of Temporality* [El tiempo subjetivo: La filosofía, la psicología y la neurociencia de la temporalidad]—. Somos incoherentes en toda clase de aspectos y estamos sometidos a todo tipo de manipulaciones. Para mí es un auténtico misterio que funcionemos tan bien como lo hacemos.»

Tal vez haya otra manera de verlo, sugiere Droit-Volet. No es que nuestro reloj no funcione bien; por el contrario, se adapta magníficamente al entorno social y emocional siempre cambiante por el que navegamos a diario. El tiempo que percibo

en los contextos sociales no es exclusivamente mío ni existe un solo molde para él, lo cual es parte de lo que confiere sus matices a las interacciones sociales. «Por consiguiente, no existe un tiempo único y homogéneo, sino múltiples experiencias del tiempo —escribe en un artículo Droit-Volet—. Nuestras distorsiones temporales reflejan directamente la forma en que nuestro cerebro y nuestro cuerpo se adaptan a estos múltiples tiempos.» Cita al filósofo Henri Bergson: «*On doit mettre de côté le temps unique, seuls comptent les temps multiples, ceux de l'expérience*». Debemos dejar de lado la idea de un tiempo único, solo cuentan los tiempos múltiples que constituyen la experiencia.

Nuestros más leves intercambios sociales —nuestras miradas, nuestras sonrisas y nuestros ceños fruncidos— ganan potencia con nuestra capacidad de sincronizarlos entre nosotros, observa Droit-Volet. Curvamos el tiempo para pasar tiempo unos con otros, y las múltiples distorsiones temporales que experimentamos son indicadoras de empatía; cuanto más capaz sea yo de imaginarme a mí mismo en tu cuerpo y en tu estado de ánimo, y tú en los míos, mejor podremos reconocernos mutuamente como amenazas, aliados, amigos o personas necesitadas. Pero la empatía es un rasgo bastante sofisticado, un distintivo de adultez emocional; requiere aprendizaje y tiempo. A medida que los niños crecen y desarrollan la empatía, mejoran su sentido de cómo navegar por el mundo social. Dicho de otro modo, es posible que un aspecto crucial del crecimiento consista en aprender a curvar nuestro tiempo al compás de los demás. Puede que nazcamos solos, pero la infancia termina con una sincronía de relojes a medida que nos prestamos plenamente al contagio del tiempo.

A veces, cuando Matthew Matell da una charla sobre sus investigaciones, empieza mostrando al público una diapositiva. En ella aparece impresa una oración, que lee en voz alta:

La estimación temporal de intervalos está tan arraigada en nuestra percepción de cada momento que puede resultar difícil imaginar cómo sería nuestra experiencia consciente sin la expectativa temporal.

A mitad de la lectura, justo después de «puede resultar difícil», se detiene abruptamente y deja pasar varios segundos cada vez más incómodos. El público se agita con inquietud —«¿Qué ocurre? ¿Tiene miedo escénico?»— hasta que por fin prosigue. «Hice eso cuando solicité mi puesto aquí en Villanova —me cuenta Matell—. Más tarde, mi padrino se me acercó para decirme que pensaba que me había quedado completamente paralizado y se sintió preocupado.»

Pero la reacción del público corrobora su tesis: estamos tan íntimamente sintonizados al paso del tiempo de un momento a otro que apenas reparamos en ello hasta que nuestras expectativas son violadas. «Usted no estaba midiendo mi intervalo —me explicó—. Pero cuando este se interrumpe, advierte de repente que estaba midiendo todo el tiempo.» Anteriormente, los consejeros académicos habían tratado de disuadirlo de estudiar el tiempo: ¿por qué ocuparse de un tema tan esotérico? «Pero eso significa que los árboles no nos dejan ver el bosque —me comentó—. La estimación temporal está tan imbricada en todo lo que hacemos que resulta imposible imaginar la experiencia sin ella.»

Matell es un neurocientífico conductual de la Universidad Villanova, ubicada en las afueras de Filadelfia. Con frecuencia, cuando le cuenta a alguien que sus investigaciones exploran cómo percibimos el tiempo, su interlocutor se apresura a hacerle las preguntas típicas: «¿Por qué me despierto todos los días a la misma hora aunque no ponga el despertador?», «¿Por qué estoy siempre tan cansado a media tarde?». Estas son preguntas para un biólogo circadiano. Matell estudia la estimación temporal de los intervalos, el mecanismo que gobierna la capacidad cerebral de planificar, estimar y tomar decisiones en períodos que oscilan aproximadamente entre un segundo y varios minutos.

Pero ¿cuál es la naturaleza de ese mecanismo? ¿Dispone el cerebro de un temporizador central de intervalos, análogo al reloj circadiano maestro del núcleo supraquiasmático? ¿Existe una red distribuida de relojes que entran en acción en función de la tarea en cuestión? Durante treinta años, el modelo del marcapasos-acumulador ha servido de plataforma fiable para los experimentos sobre la percepción temporal; es obvio que nuestros juicios sobre la duración pueden ser manipulados con tanta facilidad y predictibilidad como nuestros juicios sobre el brillo o los sonidos. Pero el modelo es y ha sido siempre un recurso heurístico, la clase de reloj que dibujamos en una servilleta; ¿en qué lugar de nuestros mil trescientos o mil cuatrocientos gramos de neuronas reside en realidad? «Existe conceptualmente —me dijo Wearden en cierta ocasión—. Existe matemáticamente, como un marco para estimular y explicar las investigaciones. Pero está por ver que exista un mecanismo físico que haga este tipo de cosas.»

Para algunos psicólogos la respuesta tiene poco interés. En el prefacio a *The Psychology of Time Perception* [La psicología de la percepción del tiempo], Wearden escribe que «ninguno de los temas tratados en el libro sería suficientemente iluminado en algún sentido por la neurociencia de la estimación temporal en su estado actual, al menos a mi juicio». Los neurocientíficos se permiten disentir. Las personas que sufren determinados trastornos del mundo real, como la enfermedad de Parkinson, la enfermedad de Huntington, la esquizofrenia e incluso el autismo, se sabe que tienen dificultades con las tareas de estimación temporal. La estimación temporal de intervalos tiene claramente una base biológica, y una mejor comprensión de esta podría arrojar luz sobre estas discapacidades, o cuando menos arrojar más luz sobre el funcionamiento del cerebro humano. Algo es la causa de que hagamos tictac, ¿de qué se trata? Eso es lo que Matell, entre otros, desea averiguar.

Encontré el despacho de Matell en la esquina superior de un antiguo edificio del campus de Villanova, después de subir cuatro pisos de escaleras de mármol desgastadas por los años. Las clases habían terminado por las vacaciones estivales y los pasillos de baldosas de linóleo estaban desiertos. El silencio hacía que todo pareciera más grande de lo normal y comencé a pensar que había regresado a mi escuela primaria o que estaba recorriendo algún otro lugar recóndito de la memoria. Después de girar a la izquierda, el pasillo se estrechó y, pasadas unas cuantas puertas,

parecía terminar. Pregunté y averigüé que lo que parecía una puerta de salida daba a un callejón sin salida con un laberinto de despachos y laboratorios.

Apareció Matell, que vestía una camiseta, unos pantalones cortos y unas zapatillas deportivas, y me saludó con entusiasmo. Se dirigía a una parte del laboratorio que él llamaba cuarto de las ratas y llevaba un par de guantes elásticos azules; los años de manipular ratas le habían provocado alergia cutánea y el estudiante de posgrado que solía manejar las ratas no estaba ese día. Matell hablaba deprisa pero afectuosamente y sus ojos se abrían al compás de su voz. En un momento dado comentó: «La ciencia consiste en inventar historias y ver si resultan consistentes».

Durante un siglo aproximadamente, el estudio de la percepción del tiempo documentaba básicamente las manifestaciones cognitivas: cómo un sujeto, humano o no humano, responde ante la presencia de un estímulo (luz brillante, caras de enfado, esculturas de Degas) y bajo qué condiciones podría alterarse esa respuesta (cocaína, una caída desde treinta metros de altura, montar en una bici en un tanque de agua). Pero los investigadores están cada vez más capacitados para preguntar dónde y cómo produce el cerebro tales respuestas. Drogas y fármacos microfocalizados pueden apagar o amplificar grupos específicos de neuronas con el fin de determinar su papel en la percepción del tiempo. Los instrumentos de imágenes cerebrales revelan qué grupos de neuronas intervienen cuando un sujeto realiza tareas de estimación temporal. La psicología del tiempo ha dado origen a la neurociencia del tiempo. A medida que Matell y otros investigadores se aventuran por nuestra cabeza, se enfrentan al misterio humano fundamental: ¿cómo puede una masa de células de mil trescientos o mil cuatrocientos gramos generar los recuerdos, los pensamientos y los sentimientos que asociamos con nuestro yo? ¿Cómo se origina el *software* a partir del *wetware*? Un investigador me comentó que todos somos neurocientíficos en la medida en que todos sabemos igual de poco sobre cómo el cerebro humano da origen a la mente humana.

«El cerebro funciona como una corporación —me explicó Matell—. Hay muchas unidades que realizan sus tareas, quizás alguna dirección de arriba abajo. Pero cada unidad realiza su propia labor, y dentro de cada unidad hay individuos —se refería a las neuronas—, cada uno de los cuales hace su propio trabajo. Yo suelo plantear la analogía entre las neuronas y las personas. Son pequeños ensamblajes de procesamiento de la información. En cierto nivel, las neuronas actúan como autómatas. La gran pregunta es cómo es posible que los sistemas fisiológicos, como

los cerebros formados por neuronas, generen fenómenos psicológicos como la conciencia. Nos gusta pensar que tenemos libre albedrío, pero, en mi opinión, un neurocientífico no puede creer de veras tal cosa. Eso sugiere que nuestra conducta está operada por algo distinto de nuestro cerebro.»

El cerebro humano es un ensamblaje de unos cien mil millones de neuronas. Una neurona es como un cable vivo; transmite información, en forma de impulso electroquímico, desde un extremo de su cuerpo celular extendido hasta el otro, generalmente en una dirección. Algunas neuronas son largas (el nervio ciático, que se extiende desde la base de la columna vertebral hasta el dedo gordo del pie, mide unos noventa centímetros de longitud), pero la mayoría son microscópicas y todas ellas son extraordinariamente delgadas; cada paquete de entre diez y cincuenta cabría en la anchura del punto que termina esta oración. Cada una tiene un extremo receptor, compuesto por dendritas ramificadas, que al microscopio se asemejan a las raíces de un árbol; un cuerpo celular; un largo axón a través del cual se propaga la señal, y un botón terminal a través del cual se transmite la señal. Una neurona típica recibe un *input* de unas diez mil neuronas ascendentes y lo transmite a un pequeño conjunto de neuronas descendentes. Las neuronas no suelen estar físicamente conectadas entre sí; se comunican a través de pequeños espacios o sinapsis. Cuando llega una señal al botón terminal de una neurona, provoca la liberación de neurotransmisores, que viajan a través de la sinapsis y se unen a las dendritas de las neuronas próximas, como llaves que encajan en un juego de cerraduras. Si las señales que llegan a una neurona son lo suficientemente intensas, hacen que la neurona genere su propia señal para transmitir. Una neurona puede activarse o no, y una vez que lo hace, su potencial de acción es siempre el mismo; todo lo que puede variar es su tasa de activación. Un estímulo más fuerte, como una luz brillante, hará que una neurona se active con más frecuencia que un estímulo débil, por lo que será más probable que la neurona ponga en funcionamiento neuronas descendentes. Incluso a escala celular, el tiempo (el *input* por unidad de tiempo) desempeña su papel.

Los neurocientíficos describen a veces las neuronas como «detectores de coincidencias». Una neurona siempre está recibiendo un goteo ascendente; solo cuando el goteo se convierte en torrente y llegan simultáneamente un gran número de señales, se provoca la activación neuronal. Cabe preguntar qué significa «simultáneamente» a esta escala, es decir, qué es el «ahora» para una neurona. Una

célula cerebral funciona como una especie de reloj de agua. Los neurotransmisores de la transmisión ascendente se pegan a su membrana celular y abren canales que permiten la entrada de iones, normalmente iones de sodio, que tienen una carga ligeramente positiva. Estos empiezan a despolarizar la célula y, cuando la despolarización alcanza un umbral crítico, la neurona se activa; cuanto más rápido es el *input*, más rápido sube la marea de iones. Pero se trata de un reloj de agua con agujeros: los iones se filtran a través de la membrana celular y la célula puede bombear activamente más. «Todo esto puede compararse probablemente con una copa de vino con fugas, con un pie frágil y un poco de vino Manischewitz —me sugirió en cierta ocasión un investigador—. Si echas suficiente vino suficientemente rápido, se romperá el pie; en caso contrario, solo goteará el vino en tu mantel.»

El «ahora» es tan largo como haga falta para que la marea entrante de iones supere el flujo saliente. Es una ventana de tiempo dinámica y muy controlada por la célula. La neurona puede bombear iones deprisa o despacio, y el número de canales iónicos en la membrana celular está regulado por el ADN de la célula. La neurona otorga asimismo un peso diferente al *input* ascendente: una señal proveniente de una neurona más alejada de las dendritas se degrada más en su camino hacia el axón, por lo que puede influir menos en la activación de la neurona. «Yo pienso en las neuronas como en individuos que están computando algo —me explica Matell—. Están integrando información (potenciales de acción) a lo largo del tiempo y del espacio.» A modo de analogía, dice Matell, les hace una pregunta a sus alumnos: un sábado por la noche, ¿cómo decides si ir a esa fiesta o quedarte a estudiar? «Sopesas tus fuentes —afirma Matell—. Si le preguntas a tu madre, te dirá una cosa; si les preguntas a tus amigos, te dirán otra. Por otra parte, tal vez tus amigos crean que deberías ir, pero fuiste a otras fiestas que te habían sugerido esos amigos y lo pasaste fatal, así que su opinión pesa menos.»

En cualquier caso, el «ahora» de una neurona no es igual a cero. Aquí, como en todas partes, se tarda tiempo en hacer tiempo: cincuenta microsegundos (una vigésima de milisegundo, o una veintemilésima de segundo) para que los neurotransmisores se esparzan a través de una sinapsis desde una neurona hasta la siguiente; quizás veinte milisegundos para que una neurona se despolarice antes de activarse; otros diez milisegundos más o menos para que su propia señal recorra la longitud de la célula. Una neurona puede activarse entre diez y veinte veces por segundo, y cuando los grupos de neuronas se activan periódicamente al unísono y lo

hacen con regularidad, sus impulsos se registran como oscilaciones electromagnéticas. «Uno de los retos para comprender la percepción del tiempo estriba en que los procesos cerebrales están operando en una escala temporal de milisegundos», observa Matell. ¿Cómo genera la misma circuitería nuestra capacidad de navegar por los segundos, los minutos e incluso las horas? Un modelo temprano se centraba en el cerebelo y lo trataba casi literalmente como un circuito eléctrico, con redes ramificadas y líneas de retardo capaces de ralentizar una señal. Ese concepto ayuda a explicar ciertas conductas, como nuestra capacidad de determinar la dirección de un sonido. (Cuando una señal auditiva llega a un oído un poco antes que al otro, el desfase proporciona información sobre la localización del sonido.) Pero es menos aplicable a la percepción de los intervalos cuya duración oscila entre unos segundos y unos minutos. En lugar de ello, en los últimos años Matell ha contribuido a explorar otro modelo, cuyo funcionamiento se asemeja menos al de un circuito telefónico y más al de una sinfonía.

En 1995, tras graduarse en la Universidad Estatal de Ohio, Matell se trasladó a Duke para hacer el doctorado. Estudió bajo la dirección del neurocientífico cognitivo Warren Meck, que había llegado de Columbia el año anterior, resuelto a tratar de comprender la base neuronal de la estimación temporal de intervalos. Por entonces Meck había recopilado dos conjuntos de datos muy reveladores. Uno de ellos, derivado de estudios realizados con ratas y con personas, revelaba que nuestro sentido de la duración podía acelerarse o ralentizarse administrando drogas o fármacos que alteraban los niveles de dopamina en el cerebro. El segundo se centraba en los circuitos. Las investigaciones con ratas indicaban que si se destruía o se extirpaba una parte del cerebro llamada estriado dorsal, el animal perdía la capacidad de realizar tareas normales de estimación del tiempo. Y existían evidencias crecientes (de Chara Malapani, en Columbia, pero reforzadas desde entonces por los trabajos de varios investigadores, incluidas Marjan Jahanshahi, una neurocientífica del University College de Londres, y Deborah Harrington, de la Universidad de California en San Diego) de que los enfermos de párkinson, que sufren daños en el estriado, estiman erróneamente de manera sistemática los intervalos de tiempo. Poco después de la llegada de Matell, Meck le entregó ambos conjuntos de datos.

«Me dio esos artículos y me dijo: “Su tarea consiste en averiguar cómo funciona todo esto en el cerebro” —me contó Matell—. No creo que se refiriese a que le

ofreciera una respuesta. Pero empecé a leer muchos artículos de neurobiología más que de psicología.»

Mientras hablaba, Matell me enseñaba su laboratorio y la disposición de sus ratas. Cada roedor ocupaba un compartimento de plástico de unos treinta decímetros cúbicos. En cada compartimento había un pequeño altavoz para la reproducción ocasional de tonos de audio, una forma de repartir bolitas de comida y tres agujeros en los que la rata podía meter su hocico. «Los agujeros funcionan mejor que las palancas, porque a las ratas les gusta meter las narices en las cosas», me explicó Matell. Con esta configuración podía adiestrar a las ratas para que aprendieran los intervalos de tiempo que él eligiera. Por ejemplo, si la rata metía su hocico en un agujero (una acción que se detectaba mediante un rayo infrarrojo que atravesaba cada agujero), era recompensada treinta segundos después con una bolita de comida. Si se impacientaba y metía el hocico antes de que transcurriesen los treinta segundos, no pasaba nada; por parte de la rata, el éxito requería tanto meter el hocico como esperar, y aprender cuánto tiempo esperar hasta volver a meterlo. En 2007, unos investigadores de la Universidad Estatal de Georgia descubrieron que a los chimpancés se les daba mejor esperar treinta segundos para conseguir una golosina si eran capaces de distraerse mientras tanto con unos juguetes y hojeando los ejemplares del *National Geographic* y *Entertainment Weekly* proporcionados por los investigadores. Las ratas de Matell pasaban el tiempo lamiéndose y olisqueando. «Si fueran humanos, probablemente se pondrían a enredar con sus móviles y a navegar por internet», sugirió Matell.

Una vez que el animal aprende un intervalo particular, Matell puede tratar de perturbar ese conocimiento. En algunos experimentos podía suministrarle a la rata una droga (quizás una dosis específica de anfetamina, microinyectada en una parte concreta del cerebro) para ver cómo se aceleraba o se ralentizaba la estimación temporal del animal, con el fin de empezar a identificar las estructuras neuronales implicadas. O podía dañar o destruir selectivamente un órgano particular de su cerebro a fin de medir cómo se altera la estimación temporal del animal. El procedimiento es delicado y puede ser impreciso; el objetivo suele ser una pequeña región del tronco encefálico denominada pars compacta de la sustancia negra, que en las ratas no es mayor que un perdigón. «Al igual que sucede con los humanos, los cerebros de las ratas no son idénticos —explica Matell—. Disparamos básicamente a ciegas.» Me mostró un libro enorme llamado *Atlas of Brain Maps* [Atlas de mapas

cerebrales]. Cada página exhibía un corte sucesivo del cerebro de una rata, medible al milímetro; parecía una *Anatomía de Grey* de una coliflor. Cuando termina un experimento, decía Matell, se sacrifica al animal, se le extirpa el cerebro y se corta en rodajas, que se montan en diapositivas y se examinan comparándolas con las imágenes del libro. «De este modo podemos decir: “Nuestro objetivo era esta estructura: ¿dónde hemos ido a parar?”»

Otra forma de estudiar cómo aprende la rata a calcular los intervalos consiste en implantar electrodos en su cerebro y registrar la actividad neuronal mientras el animal lleva a cabo sus tareas de estimación temporal. Esta labor también es delicada. Matell me enseñó lo que parecía una espada fibrosa de unos dos centímetros y medio de longitud: una pequeña plataforma metálica, como una empuñadura, de la que sobresalían ocho alambres cortos, cada uno de ellos con un electrodo en su extremo. Con el atlas del cerebro como guía, Matell o un estudiante de posgrado insertan cuidadosamente los electrodos en el cerebro de la rata; los alambres están unidos a un cable que asciende por el compartimento experimental y llega hasta un dispositivo de grabación, de suerte que la rata puede moverse por su caja relativamente sin trabas. Cualquier pico neuronal se codifica temporalmente y puede compararse más tarde con las actividades de la rata.

«Es como introducir un micrófono en una sala llena de gente —dice Matell—. Esas personas son neuronas. Puedes escuchar cosas diferentes. Las neuronas tienen voces diferentes, dependiendo del tamaño de la célula o de la distancia al electrodo.»

En cierto momento, Matell se detuvo en un armario metálico y sacó un modelo de plástico de un cerebro humano. Lo apoyó sobre una mesa y comenzó a desmontarlo, separando el hemisferio derecho de la corteza cerebral del izquierdo. En el interior, por encima del tronco encefálico, había una estructura que parecía una seta venenosa aplanada; era el cuerpo calloso, el haz de fibras nerviosas que proporciona una conexión crucial entre los dos hemisferios. Matell señaló una estructura con forma de espoleta incrustada en cada hemisferio, los ventrículos, cavidades llenas de fluido que, entre otras cosas, proporcionan amortiguación interna. «El cerebro está en fluido y envuelto en fluido —indicó—. Es como un sistema de protección del huevo.» Por debajo del cuerpo calloso estaban el hipocampo y la amígdala, que forman parte del sistema límbico, sede de la emoción y la memoria, así como el tálamo, los ganglios basales y otras estructuras subcorticales.

Como especie pensante, estamos acostumbrados a creer que el trabajo principal del cerebro consiste en ayudarnos a pensar. El cerebro es esencial para esa tarea, pero lo que hace en última instancia es ayudarnos a anticipar, a movernos y a seleccionar el mejor movimiento para cualquier situación a la que se enfrente el cuerpo en el momento. Para alcanzar este objetivo se requiere que el cerebro minimice la incertidumbre sobre los movimientos que ha de realizar, lo cual exige a su vez que empiece por recopilar datos sólidos sobre lo que está sucediendo ahí afuera y, en particular, cómo van las cosas hasta ese momento: cuáles fueron los resultados de los movimientos anteriores y si la situación está mejorando o empeorando. Con tal fin, la información viaja a través del cerebro en una especie de giro completo. Los datos sensoriales entran a través de los ojos, los oídos o la médula espinal, luego pasan por distintas áreas del tálamo antes de irradiar a las áreas corticales sensoriales: la corteza visual primaria en el lóbulo occipital, en la parte posterior del cerebro; la corteza auditiva primaria en los lóbulos temporales a ambos lados, y la corteza somatosensorial en el lóbulo parietal, hacia la parte posterior de la cabeza. A partir de aquí los flujos se combinan y penetran en el sistema límbico y el lóbulo frontal. Esta se denomina a veces la ruta del qué, a través de la cual el cerebro comprende qué es un estímulo desprovisto de cualquier valor. ¿Es una tarta o una serpiente? Una vez efectuada la evaluación, la información se adentra en el sistema límbico, que incluye la amígdala y el hipocampo, donde se codifica con valor (¿cuánto deseo esa tarta?) y, si merece la pena recordarlo, se registra. La información pasa entonces a la corteza frontal, donde se sopesan las decisiones (¿debería comerme la tarta antes de hacer los deberes o esperar hasta después?), se establecen las prioridades y puede bajar de categoría la información menos pertinente (mi dieta). A partir de ahí, se encuentra en las áreas premotoras y motoras (localizadas en la parte superior del cerebro, próximas a las áreas sensoriales), que inician la acción.

Localizada aproximadamente a mitad de este viaje se encuentra una importante región llamada ganglios basales, un conglomerado de estructuras que incluye el estriado y la pars compacta de la sustancia negra; las señales entran por el estriado, que en las ilustraciones de los libros de texto tiene forma de espiral y se parece a un auricular de teléfono. Los ganglios basales son el departamento de ahorro de trabajo del cerebro. Si mi respuesta típica a un trozo de tarta es comérmelo inmediatamente, mi cerebro entiende enseguida que puede saltarse el rodeo por la ruta del qué (veo tarta, identifico tarta, reconozco la tarta como deseable, debato si comer o no tarta) y

procedo enseguida a comérmela. Al reconocer patrones particulares de activación entre las neuronas corticales, los ganglios basales me dan más de prisa lo que deseo, al tiempo que dejan libre mi arquitectura neuronal para nuevos estímulos. En los ganglios basales es donde se aprenden las actividades mecánicas y se forman los hábitos e incluso las adicciones.

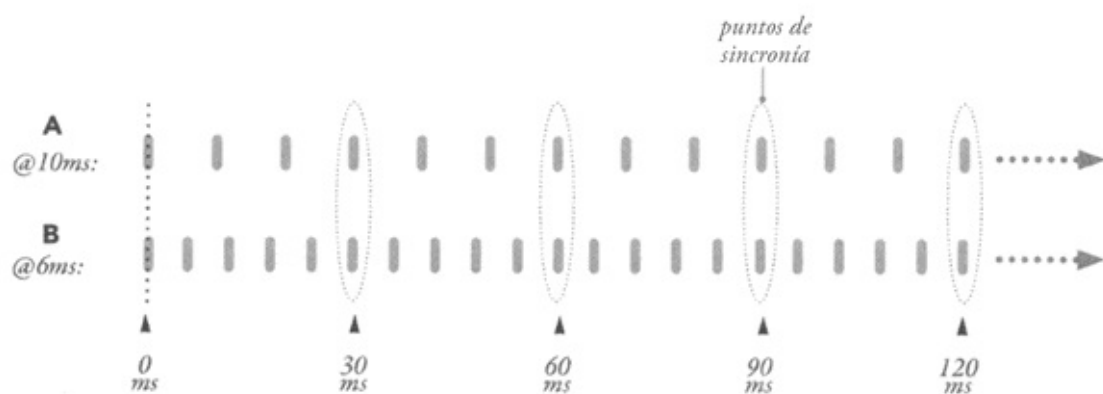
Matell y Meck creen que se trata asimismo de un componente central del reloj cerebral de estimación temporal de intervalos. Cada neurona de la corteza es una especie de antena. «Está sintonizada a una cosa en particular —dice Matell—. Es un detector de estados del mundo para algún estado restringido.» A su vez, la corteza envía miles de neuronas a los ganglios basales, que están compuestos por centenares de miles de neuronales estriatales espinosas; cada neurona estriatal controla el estado de diez a treinta mil neuronas corticales, con infinidad de solapamientos, de modo de cada una está especializada en la detección de patrones particulares de activación ascendente. Cuando se produce un patrón determinado, la neurona estriatal se activa, provocando que las neuronas de la cercana pars compacta de la sustancia negra liberen dopamina, una pequeña recompensa neuroquímica que ayuda a marcar el patrón como memorable y digno de tenerse en cuenta en el futuro. La señal pasa al tálamo y a las neuronas motoras, y regresa a la corteza. «La contribución de todos estos *inputs* es lo que está detectando el cuerpo estriado de los ganglios basales — explica Matell—. Es como un centro de aprendizaje de hábitos. En las ratas está implicado en la estimación temporal, ya que esta es una conducta que la rata ha aprendido y que ahora es mecánica.»

Ese mecanismo se halla bien establecido. El modelo, dice Matell, propone que la estimación temporal de intervalos es posible por el hecho de que, cuando son estimulados por las señales externas, los grupos de neuronas corticales se activan con patrones característicos. Algunas exhiben lo que se conoce como oscilaciones theta, que se activan a un ritmo de entre cinco y ocho veces por segundo, o de cinco a ocho hercios. Otras oscilan a entre ocho y doce hercios (frecuencias alfa) y otras a entre veinte y ochenta hercios (oscilaciones gamma). Estas oscilaciones son detectadas a su vez por las neuronas espinosas del estriado dorsal. Por supuesto, dice Matell, estas tasas de activación se hallan muy por debajo de la escala temporal que encontramos en nuestra vida cotidiana consciente. «El cerebro opera en una escala de milisegundos, pero somos capaces de calcular hasta unas horas. ¿Llevará usted aquí alrededor de una hora y media? Podemos hacer esos cálculos sin mirar el reloj.

¿Cómo pasamos de las operaciones en milisegundos en el cerebro a la escala de operación que va de los minutos a las horas?»

Para intentar resolver ese enigma, Matell y Meck recurrieron a un modelo desarrollado por otro neurocientífico, Chris Miall, de la Universidad de Birmingham. Regresamos al despacho de Matell mientras proseguía con su explicación. Las grandes ventanas dejaban que entrase el sol brillante de finales de primavera y una vista de los tejados del campus. En una pared había una estantería alta con títulos como *Psychopharmacology* [Psicofarmacología] y *The Wet Mind* [La mente húmeda] y en un alféizar cercano reparé en un juguete llamado El Increíble Cerebro que Crece, que solo requería añadirle agua. En otra pared había una pizarra blanca; Matell buscó un rotulador y empezó a dibujar en ella.

Dibujó dos filas de signos de almohadilla, cada una de las cuales representaba la tasa de activación de una neurona. Supongamos, dijo, que comienza un cierto estímulo, como un tono auditivo. Tus neuronas empiezan a activarse enseguida y continúan durante la duración del tono, pero no todas se activan a la misma velocidad; puede que una se dispare cada diez milisegundos y la otra lo haga con más frecuencia, cada seis milisegundos. Supongamos ahora que las dos neuronas están conectadas a la misma neurona estriatal, que detecta cuándo ambas se activan simultáneamente; esto sucede cada treinta milisegundos.



La neurona A dispara cada 10 milisegundos y la neurona B dispara cada seis milisegundos.

El resultado, me explica Matell, es una neurona estriatal capaz de detectar un intervalo (treinta milisegundos) que es considerablemente más largo del que cualquiera de las neuronas corticales genera por sí sola. Y cada neurona estriatal tiene treinta mil neuronas corticales conectadas a ella, no solo dos; podría detectar la activación coincidente de docenas o de miles de neuronas a la vez. Según esos cálculos, las neuronas espinosas de los ganglios basales podrían estar en sintonía con

un vasto repertorio de intervalos de tiempo del mundo real, mucho más allá de la escala temporal de los milisegundos.

De hecho, puede que prácticamente toda duración posible sea advertida por nuestras neuronas a cada momento, solo que el cerebro no se molesta en recordarlas todas. Aprender una duración particular es simplemente una cuestión de refuerzo: la rata consigue una bolita de comida; el ser humano consigue una golosina, aliento verbal o alguna otra recompensa. (Si esperas en el semáforo noventa segundos, hasta que se ponga verde, conseguirás la satisfacción de ser libre para marcharte.) La recompensa provoca una explosión de dopamina liberada en los ganglios basales y el patrón de activaciones corticales es debidamente registrado, enviado al tálamo y retenido en la memoria para consultas posteriores.

En términos estrictamente matemáticos, cuando consideramos los miles de millones de neuronas del cerebro y los miles y miles de millones de señales que intercambian estas momento tras momento, parece casi inevitable que generen alguna vía de acceso a los sucesos temporales en el mundo exterior. Y, sin embargo, resulta maravillosamente inconcebible que las interacciones mecánicas entre las células vivas puedan dar lugar a un cómputo y a una conducta tan íntimos e instintivos como la capacidad de juzgar la duración de la sonrisa de un desconocido. Un mundo de monos tecleando en ordenadores debería de tener más probabilidades de reproducir una de las obras de Shakespeare.

Cuando hablé con Meck, él hacía hincapié en que lo que él mismo junto con Matell y otros investigadores similares estaban tratando de esclarecer no era «la estimación temporal tal como suele definirse», sino la discriminación temporal, el proceso consistente en aprender que una duración determinada es más valiosa que otras duraciones. «El cerebro está calculando cosas continuamente, aunque no prestes atención a ellas —me explicó—. Diez segundos no significarían nada para usted si no le dijéramos que eran importantes. Usted está aprendiendo a discriminar lo que es bueno y lo que es malo; a veces importa. Y, para discriminar, se necesita memoria. No conozco ninguna tarea de estimación temporal que no sea una discriminación temporal.»

Matell y Meck se refieren a su modelo de estimación temporal de intervalos como el modelo de frecuencia del latido estriatal, que describen en términos musicales. Los ganglios basales son el director, sus neuronas espinosas supervisan continuamente la corteza para detectar los grupos de neuronas que se activan en sincronía; en un

artículo, Meck y Matell se refieren a esto como «la composición de la actividad cortical». (Los científicos que estudian el tiempo parecen aficionados a las analogías musicales.) «Es como una orquesta que al tocar me dice en qué punto de la tarea me hallo», me sugirió Matell. Yo le pregunté qué quería decir. Me recordó que los ganglios basales son cruciales para la formación de los hábitos, es decir, de las conductas que llevamos a cabo basándonos en nuestro entorno, sin darnos cuenta de que las estamos realizando. La mayor parte de la conducción, dijo, consiste en un «procesamiento automático basado en hábitos». Ves una determinada señal de salida y sabes poner el intermitente, luego cambias al carril derecho, luego colocas las manos de cierta manera sobre el volante para girar.

«La corteza detecta la señal de salida, pone en movimiento el cuerpo estriado, el estriado reconoce esta actividad en la corteza que es esencialmente este patrón del mundo real y dice: “De acuerdo, efectúa este cambio conductual que consiste en poner el intermitente” —explica Matell—. Ese movimiento es detectado por la corteza y provoca otro cambio conductual consistente en pasar al carril derecho. El intermitente es detectado, lo cual causa otro cambio conductual, que consiste en ralentizar el coche. Y prosigues con estos conjuntos de conductas encadenadas: detecto este entorno particular, llevo a cabo esta conducta particular, que me sitúa en un nuevo entorno, y así sucesivamente.»

Las duraciones aprendidas surgen de estos mismos circuitos de datos y, al menos en un principio, están estrechamente conectadas a tareas reales. Una rata que espera su bolita de comida es como una persona en la sinfonía. «No es que el animal sepa ubicarse en el tiempo, solo sabe que va a llegar la comida —dice Matell—. Yo no tengo una sensación del paso del tiempo, solo una conducta que sucede. Supongamos que has escuchado una sinfonía cien veces. Ahora empiezas a cocinar algo, pones agua a hervir y acto seguido vas y pones la sinfonía, y sabes que cuando llegues al tercer compás del segundo movimiento será cuando empiece a hervir el agua. Reconoces ese compás preciso del segundo movimiento por la amalgama de lo que estás escuchando. No lo reconoces porque suene más alto que al comienzo de la sinfonía. Nada está creciendo: no se está tornando más complejo; nada está cambiando sistemáticamente de magnitud. Es algo diferente del modelo del marcapasos y esa sensación de acumulación o disminución. La comida llega en el estado cerebral diez en lugar del estado cerebral treinta y, en términos probabilísticos, voy a hacer lo que me corresponde.»

Recordaba un incidente de sus días de estudiante de posgrado. Su mujer y él estaban viendo una película y pararon la cinta de vídeo para ir a la cocina. Por aquel entonces, al pulsar el botón de pausa no se paraba del todo la cinta, sino que entraba en un microbucle avanzando un cuarto de segundo y luego retrocediendo, reproduciendo el mismo instante una y otra vez. Transcurridos unos cinco minutos, la cinta continuaba por sí sola. Matell y su mujer llevaban algún tiempo en la cocina cuando les pareció que algo iba mal. «Era como si los dos nos estuviéramos preguntando si la pausa no debería de haber terminado ya —me dijo—. Ninguno de los dos éramos conscientes de ello; no estábamos pendientes de la hora porque estábamos ocupados con la comida. Pero a los dos nos sorprendió súbitamente el hecho de que no hubiera sucedido algo que debería haber sucedido. En términos temporales, algo no iba como debía. Aquello parecía muy coherente con esta clase de detección de patrones (una sensación del estilo de oh-estamos-en-el-tercer-compás-del-segundo-movimiento) sin acumulación alguna.»

Matell se apresura a subrayar que, cualquiera que sea la base neuronal de la estimación temporal, no es lo mismo que tener un órgano para sentir el tiempo. Los oídos detectan ondas sonoras, los ojos detectan ondas luminosas, el olfato interpreta moléculas. «A diferencia de otros sistemas sensoriales, no existe ningún “material temporal” para el que dispongamos de un detector —decía Matell—. Claramente, el cerebro sí que siente el tiempo y controla nuestra conducta, pero lo que mide el cerebro no es objetivo. Es el tiempo subjetivo. El cerebro está prestando atención a su propio funcionamiento con el fin de derivar algún paisaje temporal.» En lo que atañe a la percepción humana, el tiempo es el cerebro que se escucha hablar a sí mismo.

El modelo de frecuencia del latido estriatal está ganando terreno en la literatura neurocientífica; cada vez es más citado por otros científicos y muchos lo ven como la principal explicación neurofisiológica de la estimación temporal de intervalos. Pero el libro sobre la estimación temporal no se ha cerrado del todo. Con frecuencia, cuando se menciona en un artículo el modelo de frecuencia del latido estriatal, viene acompañado de una matización del estilo de «apenas existen evidencias convincentes que muestren cómo los ciclos fisiológicos concretos funcionan como un reloj interno para juzgar el tiempo», o una nota que sugiere que los científicos «hasta ahora han sido incapaces de identificar un simple mecanismo neuronal dedicado al procesamiento del tiempo». Se están planteando otros modelos. «Cada año deben de

darse a conocer diez nuevos modelos computacionales de la capacidad de estimación temporal», me comentó Patrick Simen, un neurocientífico del Oberlin College. Simen y sus colegas presentaron el suyo propio en 2011: el modelo de deriva y difusión del proceso oponente, que toma prestados componentes de un modelo consolidado de toma de decisiones e invoca asimismo las capacidades de detección de coincidencias de los ganglios basales. «En cierto sentido, este modelo podría ser novedoso, pero coge otros modelos disponibles y los combina de manera ligeramente diferente», decía Simen. Warren Meck había dicho prácticamente lo mismo sobre su propio modelo. «No estamos proponiendo ideas nuevas *per se* —me dijo—. Me complace decirlo. Se trata del modelo de IBM: nosotros nos hemos limitado a coger componentes disponibles y a ensamblarlos de una forma nueva para hacerlos más útiles.»

Incluso Matell tiene sus dudas con respecto al modelo de frecuencia de latido del estriado. En primer lugar, dice, requiere que las neuronas corticales individuales muestren las oscilaciones, lo que generalmente no hacen. «Eso puede ser o no un problema», dice. Puede que una neurona se active en concierto con una pauta oscilatoria particular, pero no todo el tiempo. Quizás las activaciones sean como los marcadores de yardas de un campo de fútbol americano, decía: están ahí debajo pero son difíciles de ver tras un partido embarrado. El modelo es también sumamente sensible al ruido: las pequeñas y constantes variaciones en el rendimiento que existen en todos los sistemas biológicos. «Eso está muy bien si todas las neuronas son ruidosas a la vez —decía Matell—. Pero si tienes algo en lo que un oscilador se aceleró un poco pero otro se ralentizó un poco, entonces el modelo se desbarata por completo y no sirve para calcular. Se vuelve extraordinariamente sensible a la coherencia del conjunto, y no creo que la vida real sea así.»

Y, como tantos científicos, está obsesionado con la naturaleza aparentemente métrica de la percepción del tiempo: la sensación de que el tiempo «crece» o la capacidad de sentir cuándo uno se encuentra, por ejemplo, a mitad de un intervalo dado. Es una experiencia que tienen incluso las ratas de su laboratorio. Matell adiestró a un grupo de ratas bajo dos condiciones: cuando hacía sonar un tono, esperaban comida diez segundos después, y cuando encendía la luz, esperaban comida veinte segundos después. Pero, para su sorpresa, cuando encendía ambos estímulos, las ratas esperaban la comida a los quince segundos, a medio camino entre los dos estímulos, como si calcularan el promedio de las duraciones.

«Estoy plenamente convencido de que los animales tienen una percepción del tiempo que posee ciertos componentes de magnitud —me comentó—. No solo calculan el promedio de las duraciones, sino que calculan la media de las duraciones y sopesan el resultado en función de la probabilidad de que cada señal dé su fruto. Se comportan de una manera que sugiere que algún aspecto de su capacidad de procesamiento de información dispone de una información de tipo analógico muy cuantitativa. Yo todavía tiendo a aceptar el marco general que hemos creado: el estriado está ahí sentado observando los conjuntos de neuronas corticales y, cuando llega la comida, libera un impulso de dopamina que hace que las neuronas estriatales afecten al conjunto de las neuronas corticales que actúan conjuntamente, y entonces te sientas allí a observar las neuronas estriatales a la espera de que sucedan esos acontecimientos que actúan conjuntamente. Pero los patrones de actividad a través de la corteza no están creciendo.

»Y aquí es donde yo diría que está el campo de estudio y donde reside el enigma: ¿cuál es el patrón de la actividad cortical que permite que el tiempo fluya de tal manera que, psicológicamente, da la impresión de estar creciendo? ¿Existe algún modo de que podamos tener un modelo de reconocimiento de patrones que conduzca a una conducta más ordinal? Estoy prácticamente convencido de que es probable que suceda tal cosa, que tiene que haber alguna amalgama de esas dos ideas. Pero, hoy por hoy, no sé cómo llegar allí.

»No estoy convencido de que exista una respuesta a este problema. Así pues, odio dejarlo a usted con esta impresión de que no tengo ni idea de lo que sucede. Pero la verdad es que no. Por el momento no alcanzo a comprender cómo lo hace el cerebro.» Para una respuesta más optimista, me dijo, debería hablar con Meck. «Tal vez sea porque él lleva más tiempo en esto y no comparte mi actitud contraproducente. Así que él está más dispuesto a promocionar el modelo, mientras que a mí siempre me gusta señalar todos los problemas que este plantea.»

Llamé a Meck unos días después. «Es un reloj terrible desde el punto de vista de un físico», concedió; muestra una variabilidad tremenda, sus conjuntos de neuronas pueden llegar a desincronizarse entre un diez y un veinte por ciento. En comparación, observó, el reloj circadiano tiene una variabilidad de solo un uno por ciento, «pero tiene poca flexibilidad: ¡solo puede medir veinticuatro horas!». Su reloj, en cambio, es extraordinariamente flexible, capaz de calcular un rango desde segundos hasta minutos, exhibiendo al mismo tiempo invariancia escalar, y ayuda a explicar los

trastornos temporales experimentados por personas que padecen párkinson y esquizofrenia. No se aparta de la teoría de la estimación temporal escalar, sino que se basa en ella completándola con un módulo de reloj y un módulo de memoria, «tornándola más “biológicamente plausible”: esa es la frase que preferimos usar», dijo.

«Mire usted —dijo finalmente—. Para la gente es importante que no eche por tierra el modelo del marcapasos-acumulador solo por hacer algo novedoso; tiene importancia como modelo heurístico en la psicología cognitiva. Si a usted su trabajo no le exige ir más allá, puede seguir con él. Pero, para mí, ser un académico significa ser un explorador y querer descubrir cómo funcionan las cosas, particularmente en el cerebro. Concibo mi misión como merodear por este campo el tiempo suficiente y ser lo bastante dogmático y profesional como para derribar todas esas otras ideas disparatadas sobre las diferencias de modalidad, las múltiples escalas temporales, la decadencia de la memoria y suma y sigue. Eso lleva mucho tiempo.»

Meck está preparado para que el campo progrese. Entró en él en una época en la que la idea misma de un reloj interno les resultaba odiosa a los biólogos conductuales. El paso siguiente consistió en descifrar la fisiología; esa es una empresa aún en curso, pero la premisa subyacente (que existe ahí adentro algún tipo de mecanismo o mecanismos de estimación temporal que aguardan a ser explorados) ya no está en cuestión. «Estudiábamos la estimación temporal con exclusión de todo —me aseguró Meck, describiendo la primera generación de investigadores del tiempo—. Tratábamos de simplificar al máximo las tareas a fin de centrarnos exclusivamente en la estimación temporal.» La generación actual, añadió, «se ocupa más de las cosas del mundo real. No dirían que la estimación temporal sea algo tan especial, sino que forma parte de lo que hace el cerebro cuando está aprendiendo, prestando atención o experimentando emociones».

Catherine Jones, una neuropsicóloga cognitiva de la Universidad de Cardiff, está de acuerdo. «Mi comprensión del tiempo ha evolucionado mucho —afirma—. Cuando yo empecé a finales de los noventa, el problema ya estaba definido: se trataba de un reloj interno que estaba localizado en algún lugar del cerebro. Era una especie de búnker. La idea se ha ampliado un poco. En la actualidad, cuando otros mencionan algo, yo pienso: «¡Vaya, eso está relacionado con la estimación temporal!». Por

ejemplo, cómo coordinamos nuestro discurso y nuestros gestos para llegar a ser mejores comunicadores.»

El primer puesto de investigadora de Jones fue en el laboratorio de Marjan Jahanshahi, en el University College de Londres, analizando las deficiencias motoras y de estimación temporal en los pacientes de párkinson. En la actualidad estudia el autismo y se pregunta si algunas de las conductas comunes de este trastorno (movimientos repetitivos, dificultad con las interacciones sociales, dificultad para integrar los *inputs* de los diferentes sentidos) podrían considerarse asimismo trastornos de la estimación temporal. Melissa Allman, una joven neurocientífica conductual y cognitiva de la Universidad Estatal de Míchigan que ha colaborado con Meck y con John Wearden, está prosiguiendo una línea de investigación similar. «Llegué a interesarme en si estas conductas podrían resultar explicables si pensamos que la persona que padece autismo se halla de algún modo perdida en el tiempo», me cuenta. Tanto Jones como ella hacen hincapié en que esta línea de investigación es todavía incipiente y especulativa; no existe ninguna teoría específica, ni siquiera un repertorio consensuado de dificultades temporales asociadas con el autismo. Pero un día, dicen, podría ser posible identificar alguna deficiencia en la estimación temporal que se manifieste en la primera infancia y pueda servir como prueba para detectar a los niños en situación de riesgo.

Annett Schirmer, una psicóloga de la Universidad Nacional de Singapur, empezó estudiando las emociones y la comunicación no verbal, pero se sintió atraída por la estimación temporal tras casarse con Trevor Penney, un antiguo alumno de posgrado de Meck. «Ahora formo parte de la mafia de la estimación temporal», me dijo. Schirmer se percató de que la mayoría de los estudios sobre excitación emocional y estimación temporal han implicado estímulos visuales; por ejemplo, está bien establecido que las imágenes de las caras de enfado parecen durar más tiempo en pantalla que los estímulos neutrales de duraciones equivalentes. Pero en sus propios trabajos, Schirmer ha descubierto que los estímulos auditivos ejercen el efecto contrario: para los oyentes, la palabra *ah*, expresada con sorpresa, parece tener una duración más corta que una *ah* neutral. No está claro por qué, dice Schirmer, aunque los sonidos y las voces introducen variables dinámicas adicionales, incluido el tempo, que están ausentes en las imágenes estáticas. En cualquier caso, la idea de que la excitación distorsiona el tiempo al acelerar el reloj interno puede no ser tan evidente.

«Es un mecanismo viable —dice Schirmer—. Pero es probable que existan otros mecanismos que influyan en nuestra percepción.» Uno de ellos es la atención. En la literatura sobre la estimación temporal, suele considerarse que la atención ejerce el efecto contrario a la excitación emocional. Las caras de enfado parecen durar más que las neutrales porque son excitantes, lo cual provoca la aceleración del reloj interno, mientras que las palabras tabú, cuando se ven en una pantalla, parecen durar menos que las neutrales porque captan tu atención; el cerebro se distrae de su recuento de tictacs, pierde la pista de unos cuantos y acaba por subestimar los intervalos. Pero puede resultar difícil distinguir ambas categorías; a primera vista, palabras tales como *fuck* (*joder*) y *asshole* (*gilipollas*, literalmente *ojo del culo*) parecerían tener las mismas probabilidades de excitar que de captar tu atención.

«Eso es lo complicado —dice Schirmer—. Buena parte de las evidencias en favor del modelo de la excitación podrían interpretarse como atención. Es posible que la excitación sea la atención. Desde un punto de vista funcional, ambas están íntimamente conectadas. Desde un punto de vista evolutivo, las cosas que son decisivas para la supervivencia suelen captar nuestra atención y resultan excitantes en términos conductuales. Para que algo destaque, ha de destacar en el tiempo a fin de que actuemos sobre ello y lo recordemos.»

En todo caso, las investigaciones sobre la estimación temporal corren el riesgo de dispersarse en exceso. «Creo que el tiempo es un paisaje mucho más vasto de lo que cualquier investigador es capaz de abarcar, y no creo que usted sea una excepción —me dijo Jones—. ¿Dónde está la taxonomía del tiempo?» Una «taxonomía del tiempo» es un grito de socorro del investigador del tiempo, el deseo de alguna suerte de esquema general que aporte orden y consistencia a un campo de estudio muy disperso. La expresión prolifera últimamente en la literatura, y un ejemplo muy reciente es un artículo de 2016 que escribió Meck junto con Richard Ivry, un psicólogo y neurocientífico de la Universidad de California en Berkeley. «Necesitamos con urgencia una “taxonomía del tiempo” actual —afirman—. Los investigadores provenientes de diferentes disciplinas tienden a invocar diferente terminología, a utilizar diferentes enfoques experimentales y a veces a centrarse en cuestiones distintas dentro de un contexto específico. A medida que madure el campo, puede resultar ventajoso hallar un lenguaje común con el fin de expresar mejor las cuestiones que se van planteando.»

Un lenguaje común. Me sorprende recordando mi reunión con Felicitas Arias, la directora del Departamento del Tiempo del Bureau International des Poids et Mesures, en las afueras de París, cuando me mostró el reloj más preciso del mundo: un fajo de papeles grapados en la esquina —en la actualidad un correo electrónico masivo— que se comparte universalmente. Así es como acordamos todos estar en el mismo tiempo. Los investigadores de la estimación temporal necesitan algo similar, tal vez un par de revistas nuevas: *Timing & Time Perception* o *Timing & Time Perception Reviews*, o una de las otras varias que se han empezado a publicar. Lo que necesitan es la versión lingüística de un reloj.

Cuando volví a hablar con John Wearden habían transcurrido un par de años. Se había jubilado, pero al momento añadió que la jubilación le había resultado «bastante aburrida» y había vuelto a la docencia. Tenía algunos estudios en curso, pero sobre todo se dedicaba a ayudar a sus colegas más jóvenes en sus investigaciones. Su madre había muerto a los noventa y un años. Había ido de viaje a Egipto y a Corea del Sur y se había comprado un «coche de jubilado», un Porsche que hacía sonar una alarma si superaba los ciento treinta kilómetros por hora.

Ciertos aspectos de la percepción del tiempo lo seguían atormentando, sin embargo, y entre ellos la vieja cuestión de por qué el tiempo parece ir más deprisa a medida que envejecemos. De todos los enigmas que plantea el tiempo, este puede ser el más común, el más íntimo y el más desconcertante. En los estudios, que han sido varios, nada menos que el ochenta por ciento de los sujetos declaran que el tiempo parece haberse acelerado conforme se iban haciendo mayores. «*El mismo espacio de tiempo parece más corto conforme envejecemos, tanto los días como los meses y los años —escribió William James en sus *Principles of Psychology* (*Principios de psicología*)—. Es dudoso que esto ocurra también con las horas, y aparentemente los minutos y los segundos permanecen iguales.*» Pero ¿vuela de veras el tiempo a medida que envejecemos? Como siempre, la respuesta dependerá en buena medida de a qué nos refiramos con «tiempo».

«Es un asunto muy complicado —me confesó Wearden—. ¿Qué demonios quiere decir la gente cuando afirma que el tiempo pasa más deprisa? ¿Qué es lo que hay que medir? Solo porque alguien diga que cree que el tiempo está pasando más rápido o porque esté de acuerdo cuando le preguntes si el tiempo va más deprisa a medida que envejecemos (“¡Oh, sí, desde luego!”) no significa que esté en lo cierto. La gente asiente a toda clase de cosas. Es un asunto realmente inexplorado. Y no hemos empezado a utilizar los instrumentos adecuados para la experimentación ni para registrar lo que sucede en la vida real, para saber cómo lidiar con ello.»

Existen al menos dos formas de expresar el enigma del tiempo y la edad. En la mayoría de los casos, lo que se expresa es algo parecido a lo siguiente: un determinado lapso de tiempo parece pasar más rápido ahora que cuando eras más

joven. Por ejemplo, un año parece pasar más deprisa cuando tienes cuarenta años que cuando tenías diez o veinte. James citaba a Paul Janet, un filósofo de la Sorbona: «Quienquiera que cuente muchos lustros en su memoria solo necesita interrogarse a sí mismo para descubrir que el último de ellos, los últimos cinco años, han transcurrido mucho más deprisa que los períodos precedentes de la misma duración. A aquel que recuerde sus últimos ocho o diez años de colegio, le parecerán un siglo. En cambio, los últimos ocho o diez años de vida se le antojarán una hora».

Con el fin de representar esa impresión, Janet ofrecía una fórmula: la duración aparente de un determinado lapso de tiempo varía en proporción inversa a tu edad. Un año le parece cinco veces más corto a un hombre de cincuenta años que a un niño de diez años, porque un año es una quincuagésima parte de la vida del hombre y solo una décima parte de la del niño. La propuesta de Janet generó una serie de explicaciones similares de por qué el tiempo parece acelerarse con la edad; las llamaré teorías de la proporción. En 1975, Robert Lemlich, un profesor jubilado de ingeniería química de la Universidad de Cincinnati, agregó un giro a la fórmula de Janet. (Lemlich es quizás más conocido como uno de los inventores de un proceso industrial llamado fraccionamiento de espuma, que utiliza un flujo de espuma para eliminar contaminantes de un líquido.) Lemlich propuso que la duración subjetiva de un lapso de tiempo varía en proporción inversa a la raíz cuadrada de tu edad. Formuló una ecuación exacta:

$$dS_1/dS_2 = \sqrt{R_2/R_1}$$

en la que dS_1/dS_2 es la velocidad relativa con la que un intervalo de tiempo parece estar pasando en comparación con unos años atrás, R_2 es tu edad actual y R_1 es la edad que tenías entonces. Si tienes cuarenta años, un año parece transcurrir al doble de velocidad que cuando tenías diez, puesto que la raíz cuadrada de $40 \div 10$ es 2. (Lemlich matizaba que esta formulación «asume la ausencia de experiencias traumáticas o inusuales prolongadas».) Las implicaciones de su ecuación pueden ser desalentadoras. En sentido estricto, si tienes cuarenta años y tienes una expectativa de vida de setenta, has vivido el cincuenta y siete por ciento de tu vida, pero según el cálculo de Lemlich has vivido $\sqrt{(40/70)}$ o el setenta y cinco por ciento del total de tu

vida subjetiva. (Por el lado positivo, según la fórmula de Lemlich, nunca sentirás que te queda la mitad del tiempo de vida del que te queda en realidad.)

Para comprobar su ecuación, Lemlich llevó a cabo un experimento. Reunió a treinta y un estudiantes de ingeniería (con una edad media de veinte años) y adultos (con cuarenta y cuatro años de media) y les pidió que calcularan cuánto más deprisa o más despacio parecía pasar el tiempo ahora en comparación con dos períodos de sus vidas: cuando tenían la mitad de su edad actual y cuando tenían una cuarta parte de su edad actual. Casi todos respondieron que el tiempo pasaba más deprisa ahora que en esos dos momentos anteriores. Unos años después, James Walker, un psicólogo de la Universidad Brandon de Manitoba, obtuvo resultados similares al preguntar a un grupo de estudiantes de más edad (veintinueve años de media) «cuánto parece durar actualmente un año» comparado con cuánto les parecía que duraba un año cuando tenían la mitad y una cuarta parte de su edad actual. El setenta y cuatro por ciento de ellos referían que el tiempo había pasado más despacio cuando eran más jóvenes. Entre 1983 y 1991, Charles Joubert, un psicólogo de la Universidad de Alabama del Norte, realizó otros tres estudios comparables que también parecían corroborar las tesis de Janet y Lemlich.

El problema de formular de esta manera la pregunta de la investigación es que implica una visión imposiblemente optimista de la memoria humana. Yo soy incapaz de recordar lo que comí el miércoles pasado, y mucho menos si fue mejor o peor que la comida del miércoles anterior. ¿Qué probabilidades tengo de recordar con precisión una experiencia harto más abstracta, como la velocidad con la que parecía pasar el tiempo hace diez, veinte o cuarenta años? Además, como advirtiera el propio James, las teorías de la proporción no explican gran cosa: la fórmula de Janet «expresa aproximadamente el fenómeno —dice James—, pero apenas cabe decir que disminuya el misterio». A James se le antojaba más probable que la experiencia de que el tiempo se acelera con la edad resulte de la «simplificación de la mirada retrospectiva». Cuando somos más jóvenes, prácticamente todas nuestras experiencias son nuevas, por lo que permanecen vívidas años más tarde. Pero, a medida que envejecemos, el hábito y la rutina se van convirtiendo en la norma; las experiencias novedosas son más escasas (ya lo hemos hecho todo) y apenas tomamos nota del tiempo en el que habitamos en la actualidad. James concluía diciendo que «los días y las semanas se disipan en el recuerdo en unidades incontables y los años se tornan huecos y se esfuman».

La melancólica propuesta de James pertenece a la categoría de lo que cabría denominar teorías de la memoria, en la línea de lo que propusiera Locke: juzgamos la duración de un lapso de tiempo pasado por el número de acontecimientos que recordamos que ocurrieron en él. Retrospectivamente, un período ocupado con sucesos memorables parecerá haber transcurrido lentamente —haber durado más tiempo—, mientras que un período sin incidentes parecerá haberse acelerado y te preguntarás adónde ha ido a parar el tiempo. Existen varias formas potenciales en las que la memoria podría influir en la velocidad a la que parece haber transcurrido el tiempo. Los acontecimientos emocionales tienden a ocupar un lugar preponderante en la memoria, por lo que si eres un padre sobrecargado de trabajo, tus cuatro años de instituto (tu primer baile de fin de curso, tu primer coche, tu graduación, todos ellos destacados en la memoria con la ayuda de fotos y álbumes de recortes) bien pueden parecer que han durado más tiempo que el período medio de cuatro años o, en cualquier caso, más que los cuatro últimos años de tu vida actual viajando a diario hasta el trabajo, haciendo recados y lavando los platos. También parece que recordamos ciertos períodos de la vida, normalmente nuestra adolescencia y nuestra veintena, más vívidamente que otros; este fenómeno se denomina bache de reminiscencia y puede contribuir a la sensación de que un determinado período de tiempo duraba más por aquel entonces.

Las explicaciones basadas en la memoria incluyen la asunción de que, a medida que envejecemos, nuestra vida deviene comparativamente menos memorable. Pero hay pocas evidencias que indiquen que esto sea cierto y la experiencia común parece contradecirlo. La noche que conocí a mi mujer destaca en mi memoria con mucha más claridad que mi primer beso en un campamento de verano. No recuerdo qué tiempo hacía ni qué edad tenía cuando aprendí a montar en bicicleta, pero sí que recuerdo el radiante sábado de primavera unos años atrás cuando, a mis cuarenta y seis años, solté el sillín de la bici de un niño de seis años y lo observé salir corriendo delante de mí por primera vez, con su propia potencia tambaleante, por el césped de un campo de béisbol. En cinco décadas he viajado, amado, perdido y vuelto a empezar, pero no cesa de crecer mi impresión de que los recuerdos de mis primeros años pertenecen a otra persona o a vidas pasadas, y que todas las cosas destacables que me han pasado han acontecido en los años desde que me casé y me convertí en padre. En ese tiempo, dos niños han cobrado forma delante de mis ojos, y todo lo nuevo para ellos me ha parecido nuevo a mí, y por partida doble: el alfabeto, la suma,

la multiplicación, el piano, las Cuatro Preguntas y la capacidad, después de mucha práctica en el jardín de casa y con el pie izquierdo, de colar suavemente un balón de fútbol por la escuadra derecha de la portería.

En efecto, el tiempo parece haberse acelerado, ciertamente pasa deprisa, pero ¿qué quiero decir con esto? ¿Que en los últimos años me han sucedido menos cosas que antes? ¿O que he llegado a identificarme con la experiencia del tiempo de mis hijos, que parece menos lastrada y apresurada que la mía y, por ende, hace que la mía parezca tanto más apurada? No es posible que mi tiempo pase volando porque sus contenidos sean *menos* memorables, luego tal vez suceda lo contrario: son más memorables, o los acontecimientos memorables son más numerosos, de suerte que se agudiza mi conciencia de todas las cosas potencialmente memorables que me gustaría hacer, pero que no tengo tiempo para hacer ni nunca haré. ¿Se ha acelerado el tiempo conforme he ido envejeciendo? ¿O acaso su velocidad constante simplemente me perturba más porque tengo menos tiempo por delante, por lo cual este se me antoja más valioso?

Uno de los primeros intentos de desenredar esta maraña, incluso anterior a los de Lemlich, fue un estudio de 1961 titulado «On Age and the Subjective Speed of Time» [«Sobre la edad y la velocidad subjetiva del tiempo»] y supone una buena lección de mala ciencia. Los investigadores observaron que una de las cosas que parecen hacer que el tiempo pase más deprisa es la sensación de estar ocupado. «¿Es la propia ocupación el factor importante —se preguntaban—, o se trata de que al estar ocupados el tiempo puede parecer más valioso?» Reunieron a dos grupos de sujetos: ciento dieciocho estudiantes universitarios y ciento sesenta adultos con edades comprendidas entre los sesenta y seis y los setenta y cinco años. A cada individuo se le entregó una lista de veinticinco metáforas:

un jinete galopando

un ladrón huyendo

una rápida lanzadera

un tren a toda velocidad

un molinillo

un monstruo devorando

un pájaro volando

una nave espacial en pleno vuelo

*una catarata rompiendo
un carrete enrollándose
unos pies marchando
una gran rueda girando
una canción soporífera
arena movida por el viento
una anciana hilando
una vela ardiendo
una sarta de cuentas
unas hojas brotando
un anciano con un bastón
unas nubes movidas por el viento
una escalera que sube
una vasta extensión de cielo
una carretera que sube por una colina
un océano inmóvil y silencioso
el peñón de Gibraltar*

Se pidió a los sujetos que juzgasen en qué medida resultaba apropiada cada metáfora «para evocar en ti una imagen satisfactoria del tiempo», puntuando las cinco más apropiadas con un 1, las cinco siguientes con un 2, y así sucesivamente hasta las cinco menos apropiadas. Los resultados sugerían que los jóvenes y los mayores experimentaban el tiempo de manera similar; ambos grupos coincidían en que las metáforas más representativas eran, por ejemplo, «una rápida lanzadera» y «un jinete galopando», mientras que las menos representativas eran frases tales como «un océano inmóvil y silencioso» y «el peñón de Gibraltar». Pero, después de una cocina estadística sospechosamente enrevesada para el lector actual, los investigadores concluyeron que los adultos de edad más avanzada tendían a considerar que las metáforas dinámicas representaban mejor su experiencia que las estáticas, en tanto que los adultos jóvenes solían preferir las metáforas estáticas.

No obstante, el estudio incluía asimismo un error metodológico manifiesto. Los autores pretendían determinar qué factor contribuye más a la impresión de que el tiempo está pasando con rapidez: lo ocupado que estás o lo que valoras tu tiempo. Si influye más el grado de ocupación, razonaban, entonces deberían ser los jóvenes los

que declarasen que el tiempo se acelera, ya que los jóvenes son más activos que los mayores. Pero son los mayores quienes lo declaran; por consiguiente, concluían los investigadores, el valor de nuestro tiempo es el factor más relevante, porque «el tiempo se va agotando para la persona mayor conforme se acerca la muerte». Sin embargo, más allá de afirmar que «la persona mayor está menos ocupada y es menos activa que antes», los autores nunca se molestaron en demostrar que eso es lo que efectivamente sucede. Y la única medida de cuánto valoran las personas su tiempo era su clasificación de las metáforas temporales. Como tantos intentos de explicar por qué el tiempo parece acelerarse conforme nos hacemos mayores, el estudio es poco más que una suposición envuelta en cifras.

Existe aún otra explicación más simple para el misterio de por qué el tiempo parece acelerarse a medida que nos hacemos mayores: que no sucede tal cosa. De acuerdo, es obvio que el tiempo no se acelera *realmente* con la edad, sino que se trata de una mera impresión. Pero varios investigadores han llegado a pensar que la impresión misma es ilusoria. El tiempo solo parece parecer que se acelera con la edad.

A primera vista, los numerosos estudios anteriores parecen consistentes en sus resultados: más de dos tercios de los sujetos, entre el sesenta y siete y el ochenta y dos por ciento, refieren que el tiempo les parecía transcurrir más despacio cuando eran más jóvenes. Ahora bien, si interpretamos al pie de la letra la impresión, cabría esperar que surgiera progresivamente con la edad. Si por término medio un año parece pasar más deprisa a los cuarenta años que a los veinte, entonces las encuestas deberían revelar que son más las personas de cuarenta años que las de veinte quienes afirman que el tiempo pasa más rápido que antes. O, si les pidiésemos a ambos grupos que describiesen cuán rápido transcurrió el año anterior, los individuos de cuarenta dirían que pasó más deprisa. Algún tipo de gradiente resultaría evidente, acentuándose la impresión de que el tiempo vuela entre los encuestados de mayor edad.

Pero las cifras no muestran tal cosa. Sistemáticamente, la impresión es compartida por igual por los diferentes grupos de edad: dos tercios de las personas mayores afirman que el tiempo pasa más rápido ahora que cuando eran más jóvenes y lo mismo declaran dos tercios de los jóvenes. En la misma proporción en todas las edades, la gente dice que el tiempo se ha acelerado con la edad. El resultado es una paradoja: la mayoría de las personas de todas las edades tienen la impresión de que el

tiempo transcurre más deprisa con la edad, lo cual sugiere que la impresión, si de eso se trata, tiene poco que ver con la edad.

¿Qué es lo que sucede entonces? Obviamente, muchas personas están experimentando *algo*, pero ¿de qué se trata? Parte de la confusión surge de la forma en que estos estudios piden a sus sujetos que piensen en el tiempo. De algún modo, todos ellos hacen una pregunta que no puede ser respondida de manera fiable: ¿cómo experimentabas el paso del tiempo hace diez, veinte o treinta años? Antes bien, si algo puede medirse es cómo siente ahora mismo una persona el paso del tiempo. Aquí pisamos un suelo algo más firme. En general, la impresión de que el tiempo se acelera se correlaciona más estrechamente con el estado psicológico de la persona, en especial con el grado de ocupación que ella misma se atribuye, que con su edad. Como dice Simone de Beauvoir: «Nuestra manera de experimentar el flujo diario del tiempo depende de su contenido».

En 1991, Steve Baum, un psicólogo del Centro Médico Sunnybrook de Toronto, y dos colegas analizaron con más detalle el grado de ocupación y la percepción del tiempo en las personas mayores. Entrevistaron a trescientas personas mayores, en su mayoría mujeres judías jubiladas, de edades comprendidas entre los sesenta y dos y los noventa y cuatro años; la mitad de ellas eran activas y las demás no tanto, y muchas de este último grupo vivían en instituciones o en residencias para mayores. En primer lugar, hacían a los sujetos una serie de preguntas orientadas a determinar su salud emocional y su felicidad. Luego les preguntaban: «¿A qué velocidad parece transcurrir el tiempo para usted ahora?» y les pedían que respondieran con un 1 («más deprisa»), un 2 («aproximadamente igual») o un 3 («más despacio»). No se especificaba ningún intervalo de tiempo en particular, como una semana o un año, ni se precisaba lo que significaba «más deprisa» o «más despacio». (¿Más deprisa o más despacio que qué o que cuándo?) No obstante, los resultados estaban en la línea de los demás estudios: el sesenta por ciento de los sujetos declaraban que el tiempo pasaba más rápido ahora que antes. Pero, además, los individuos que decían esto tendían a ser más activos que los demás, llevaban una vida que calificaban como plena y decían sentirse más jóvenes que su edad cronológica. El treinta por ciento de los sujetos decían en realidad que el tiempo transcurría ahora más lentamente, y estos individuos eran más propensos que los demás a exhibir signos de depresión. «El tiempo no se acelera para las personas con la edad», concluían los investigadores. Antes bien, decían, se acelera con nuestro bienestar psicológico.

La evidencia más sólida en contra de la idea de que el tiempo parece acelerarse con la edad proviene de un trío de estudios llevados a cabo en la última década. En 2005, Marc Wittmann y Sandra Lehnhoff, de la Universidad Ludwig Maximilian de Múnich, hicieron a unos quinientos sujetos alemanes y austríacos —cuyas edades oscilaban entre los catorce y los noventa y cuatro años, y divididos en ocho grupos de edad— una serie de preguntas tales como:

- ¿A qué velocidad suele pasar el tiempo para ti?*
- ¿A qué velocidad esperas que pase la próxima hora?*
- ¿A qué velocidad pasó para ti la semana pasada?*
- ¿A qué velocidad pasó para ti el mes pasado?*
- ¿A qué velocidad pasó para ti el año pasado?*
- ¿A qué velocidad pasaron para ti los diez últimos años?*

Los sujetos recibieron instrucciones de responder a cada una de ellas siguiendo una escala de cinco puntos, desde «muy despacio» (-2) hasta «muy deprisa» (+2). De nuevo, a diferencia de los estudios precedentes, este no se molestaba en preguntar a los individuos cómo sentían un intervalo de tiempo ahora comparado con su impresión de él en una etapa anterior de su vida. En lugar de ello, preguntaban a personas de diferentes edades cómo sentían en ese momento la velocidad de varios intervalos de tiempo; se ceñían al tiempo presente.

Los resultados fueron bastante claros: para cada uno de los intervalos de tiempo, cada grupo de edad respondía por término medio con un 1 («rápido»); no existían diferencias estadísticas entre los diferentes grupos de edad y eran escasos los indicios de que fueran más las personas mayores que las jóvenes quienes sintieran que el tiempo transcurría más deprisa. Solo una categoría mostraba una leve diferencia: los sujetos mayores eran más proclives que los jóvenes a decir que los diez últimos años habían pasado con rapidez. Pero el efecto era pequeño y parecía tocar techo en torno a la cincuentena; desde los cincuenta hasta los noventa y tantos años, todos respondían que la última década había transcurrido aproximadamente con la misma celeridad («1»).

Un experimento muy similar realizado en 2010 con más de mil setecientos sujetos holandeses con edades comprendidas entre los dieciséis y los ochenta años arrojó prácticamente el mismo resultado. Una vez más, cada grupo de edad respondió por término medio que cada intervalo de tiempo, desde una semana hasta diez años, había

pasado «rápido» («1»). Los investigadores, William Friedman, del Oberlin College, y Steve Janssen, de la Universidad Duke y la Universidad de Ámsterdam, no hallaron ninguna diferencia estadística entre los diferentes grupos de edad y encontraron muy pocos indicios de que fueran más las personas mayores que las jóvenes quienes sintieran que el tiempo pasaba con celeridad («1»). Al igual que en el estudio de Wittmann y Lehnhoff, el único dato discordante era una leve indicación de que, conforme las personas se hacían mayores, eran más proclives a decir que los diez últimos años habían pasado más deprisa, al menos hasta la cincuentena, etapa en la que la respuesta se estabilizaba.

La escasa variación que Friedman y Janssen observaron en las respuestas no era atribuible a la edad, sino a la presión temporal que los propios sujetos percibían estar sufriendo en sus vidas en ese momento. Además de las preguntas relativas al paso del tiempo, Janssen y Friedman habían formulado una serie de enunciados destinados a determinar la sensación de ocupación de los sujetos, tales como «A menudo no dispongo del tiempo suficiente para hacer todo lo que quiero o necesito hacer» y «Con frecuencia tengo que correr para asegurarme de hacerlo todo». Los sujetos respondían en una escala desde -3 («totalmente en desacuerdo») hasta +3 («plenamente de acuerdo») y los resultados guardaban una estrecha correlación con su respectiva percepción del tiempo: aquellos individuos que declaraban que las horas, las semanas y los años pasaban «rápido» o «muy rápido» también eran más proclives a decir que estaban muy ocupados o que eran incapaces de hacer todo lo que querían un día determinado. En 2014, los investigadores repitieron el estudio con más de ochocientos sujetos japoneses de todas las edades, con resultados esencialmente idénticos. En resumidas cuentas, parece que el tiempo no se acelera con la edad sino con la presión temporal, lo cual explica por qué las personas de todas las edades dicen que se acelera: el tiempo es eso de lo que prácticamente todo el mundo en la misma medida siente que carece. «Todo el mundo siente que el tiempo pasa raudo en todas las escalas», me dice Janssen.

No obstante, persiste ese intrigante dato discordante: en los estudios de Janssen y Friedman, al igual que en el de Wittmann, más personas mayores que jóvenes referían que el tiempo se había acelerado durante los diez últimos años. La última década había transcurrido ligeramente más rápido para los treintañeros que para los veinteañeros, y algo más deprisa aún para los cuarentones (todos ellos dentro del rango del «1» o «rápido»). Pero, a partir de la cincuentena, la velocidad de la última

década se mantenía constante. Janssen todavía está analizando las posibles explicaciones, pero cree que probablemente el hecho no guarde relación con la presión temporal: la gente evalúa con mucha facilidad cuánta presión temporal han estado sufriendo la última semana, el último mes o el último año, pero probablemente no los diez últimos años. (Además, una vez que el sujeto medio alcanza la treintena, es más que probable que haya estado bastante ocupado los diez años precedentes, tan ocupado como el cincuentón medio.) Quizás los jóvenes anhelan la llegada de sucesos vitales más significativos y esta anticipación haga que los diez últimos años parezcan haber transcurrido lentamente. Tal vez los veinteañeros y los treintañeros recuerden más acontecimientos de los diez últimos años que las personas de más edad, con lo que esa década se les antojaría relativamente prolongada. Pero si eso es lo que sucede, si las décadas parecen acelerarse con la edad porque nuestros últimos años cuentan con menos sucesos memorables, ¿por qué el efecto no continúa creciendo en lugar de estabilizarse una vez alcanzada la cincuentena?

Existe otra explicación plausible de por qué los mayores de cincuenta son algo más propensos que los adultos más jóvenes a decir que la última década ha pasado a mayor velocidad, piensan Janssen y Wittmann. Se trata del poder de la sugestión: la impresión de que el tiempo vuela más raudo a medida que envejecemos es una creencia popular, que puede influir más en las personas mayores que en las más jóvenes a la hora de evaluar la velocidad de la última década. Consideremos una vez más las evidencias. La impresión persiste en los diferentes grupos de edad, de manera amplia y uniforme, a pesar de que no concuerda con la mayor parte de las experiencias reales de la gente. Ni el cuarentón ni el cincuentón son más proclives que el veinteañero a decir que el año, la semana o el mes anterior pasaron «deprisa». Ello se debe a que lo que estamos experimentando está menos relacionado con la edad que con lo ocupados que todos nos sentimos durante los intervalos de tiempo más breves. Pero a la hora de evaluar la velocidad de la última década, los mayores de cincuenta están dispuestos a dar cabida a alguna otra consideración, algún factor que claramente no aumente de potencia a medida que alcanzan los ochenta y los noventa años. Ese factor, piensan los investigadores, es la idea común de que el tiempo vuela a mayor velocidad conforme envejecemos, y las personas mayores propenden más a pensar que eso está configurando su perspectiva.

Esta explicación es enervantemente circular: el tiempo parece acelerarse conforme nos hacemos mayores porque otras personas lo dicen. Pero yo también acierto a ver

cómo podría aplicarse. Durante la mayor parte del tiempo ignoré o desestimé el adagio de que el tiempo vuela conforme nos hacemos mayores, porque no me sentía lo bastante mayor como para que me afectase la cláusula «conforme nos hacemos mayores». Ahora bien, últimamente he empezado a pensar que ya lo soy y que el adagio se cumple. El tiempo no se acelera; su velocidad es cruelmente constante, un hecho del que cada vez soy más dolorosamente consciente.

Un día, haciendo un recado, cogí el metro hasta la Gran Estación Central, ubicada en el centro de Manhattan. Los andenes del metro están en las profundidades de la estación; las escaleras conducen a un nivel peatonal en el que quienes viajan hasta su trabajo vienen y van a través de los torniquetes, y una escalera automática conduce a la entreplanta. Al pie de la escalera, una mujer de mediana edad repartía folletos. Llevaba una camiseta amarilla con las palabras «El final» impresas y en la portada del folleto que me entregó se leía también «El final». Gritaba: «¡Dios va a venir y todos lo sabemos! ¿Cómo podemos estar preparados si no conocemos la fecha de su venida?».

En lo alto de la escalera automática, un hombre de más edad, con gafas y algo encorvado, también repartía folletos. Llevaba también una camiseta amarilla con las palabras «El final», debajo de la cuales aparecía una fecha: 21 de mayo. Faltaban menos de tres semanas para esa fecha. Mi pensamiento inmediato fue poco caritativo: el 22 de mayo, cuando fuera evidente que el mundo no había acabado, ¿qué harían con las camisetas sobrantes? Pero enseguida volví a la proposición mortal. ¿Y si todo terminaba realmente al mes siguiente o, para el caso, a la semana siguiente o en unos minutos? El final podía ser un cataclismo, podía ser un aneurisma, podía caerme un yunque de un décimo piso. Podía morir mientras dormía. ¿Estaba preparado? ¿Había aprovechado al máximo mi tiempo? ¿Lo estaba haciendo en ese preciso instante?

En 1922, el periódico parisino *L'Intransigeant* lanzó una pregunta a sus lectores: si supieras que el mundo estaba a punto de acabar de manera catastrófica, ¿a qué dedicarías tus últimas horas? Respondieron muchos lectores, entre ellos Marcel Proust, quien se deleitó con la pregunta. «Creo que la vida se nos antojaría súbitamente maravillosa ante la amenaza de muerte que ustedes plantean —escribió—. Basta con pensar cuántos proyectos, viajes, romances, estudios, nos oculta nuestra vida, tornándolos invisibles por nuestra pereza que, segura de un futuro, no cesa de aplazarlos.» Su tesis era que, por desgracia, necesitamos cobrar conciencia de un final para centrar nuestra atención en el presente. Buena parte de lo que hacemos en el presente lo hacemos sin pensar; el hábito es el enemigo del pensamiento consciente. ¿Por qué no pensamos más en el presente cuando estamos en él?

Recientemente, releendo mi diario, descubrí una entrada de hace unos años, cuando pasaba por la Gran Estación Central de camino a la biblioteca para devolver un ejemplar de *El concepto de tiempo* de Heidegger. El libro, publicado originalmente en 1924 con el título *Der Begriff der Zeit*, es esencialmente una conferencia y esboza muchas de las ideas que aparecerán más tarde en la obra maestra de Heidegger *Sein und Zeit* (*Ser y tiempo*). Lo había tenido muchas semanas hasta que descubrí que tenía que devolverlo ese preciso día, de suerte que me encontraba en el tren a Nueva York tratando de reabsorber las ideas de Heidegger sobre el tiempo en una ventana rápidamente menguante de mí mismo.

Clave en su argumentación es un concepto amorfo que él denomina *Dasein*, que literalmente significa «ser-ahí», pero que define también como «ser-en-el-mundo», como «ser-unos-con-otros» y como «esa entidad en su Ser que conocemos como vida humana», e incluso como «ser cuestionable». (Mi impresión personal es que si tienes que inventar otra palabra para definir el tiempo no estás ayudando demasiado.) Lo más concreto que Heidegger puede decir sobre el *Dasein* es que no se puede definir plenamente hasta su final, tras el cual, por supuesto, deja de ser. «Antes de este final, nunca es auténticamente lo que puede ser.»

Heidegger empezó estudiando teología (acabaría ingresando en el partido nazi) y leyó con atención a Agustín, quien había explorado una idea similar. Empieza por pronunciar una nota o una sílaba; su duración no puede ser medida (¿es larga o es corta?) hasta que cese el sonido. El *ahora* no se puede determinar hasta más tarde, de manera retrospectiva. Heidegger extiende la analogía al ser en general: nuestra existencia no puede evaluarse plenamente hasta que haya concluido. Una pregunta como «¿Estoy aprovechando al máximo mi tiempo?», tanto si se aplica a la hora siguiente como a la totalidad de nuestro tiempo sobre la Tierra, no puede responderse sin reconocer que el tiempo terminará. Existencialmente, el tiempo obtiene su valor de su finitud; el *ahora* se define por el *después*. «El fenómeno fundamental del tiempo es el futuro», escribe Heidegger.

Por supuesto, el problema estriba en que, en el esquema heideggeriano, la pregunta existencial jamás puede hallar una respuesta satisfactoria; cuando puedas ofrecer una, estarás muerto. Agustín propuso que el tiempo podría no ser sino «la tensión de la conciencia», la mente presente tensada entre la memoria y la expectativa. Heidegger acentúa la tensión, que nos lleva a propender continuamente hacia el futuro para evaluar nuestra vida presente como en retrospectiva. Nuestro ser, el *Dasein*, siempre

está «adelantándose a su pasado», y este acto mismo es la definición del tiempo. La mera lectura de los pasajes heideggerianos basta para inducir ansiedad: «El *Dasein*, concebido en su más extrema posibilidad de Ser, es el tiempo mismo, no en el tiempo... Manteniéndome junto a mi pasado al adelantarme tengo tiempo».

Yo no tenía tiempo. Cuando mi tren llegó a la Gran Estación Central, la atravesé corriendo bajo la bóveda de estrellas pintadas, pasé la caseta de información con su reloj globular y bajé al metro para dirigirme a la biblioteca, habiendo tomado unas cuantas notas apresuradas para mi yo futuro, que confiaba en descifrar más tarde.

Más o menos al cumplir los cuatro años, Joshua y Leo empezaron a hacer las preguntas difíciles: ¿Qué es morir? ¿Tú vas a morir? ¿Cuándo morirás? ¿Y yo moriré? ¿Estamos hechas de carne las personas? ¿Nos descomponemos? Cuando yo muera, ¿quién soplará mis velas de cumpleaños y quién se comerá mi tarta?

Aquello no me cogió desprevenido del todo. La psicóloga del desarrollo Katherine Nelson ha advertido que el yo empieza a cuajar en torno a esta edad. Durante los dos primeros años de vida, el niño no discierne entre sus propios recuerdos y los que le cuentan; cuéntale tu visita al supermercado y probablemente recuerde el suceso como si hubiera ido él mismo. La experiencia del recuerdo es en sí misma tan novedosa que es como si todos los recuerdos le perteneciesen a él. Gradualmente va reconociendo sus recuerdos como solo suyos y, de ese modo, va cobrando conciencia de su continuidad y su paso por el tiempo: yo soy yo, una conciencia contenida en una membrana, formada por mis recuerdos (yo era yo ayer) y mis expectativas (yo seré yo mañana); yo he sido y siempre seré yo.

Esta etapa del desarrollo cristalizó para mí una mañana durante el desayuno, cuando uno de mis hijos describió un sueño que había tenido la noche anterior; el primer sueño que fue capaz de recordar al despertar. Fue una pesadilla, dijo: estaba caminando en la oscuridad cuando una voz invisible se enfrentó a él y le preguntó: «¿Quién eres tú?». Para mí estaba claro, aunque no para él, que se trataba de su propia voz. Ahí estaban, pues, dos yoes enfrentados (un yo desconocido para sí mismo), al menos uno de los cuales era lo bastante consciente de sí mismo como para formular la pregunta más existencial de la humanidad. Pero una vez que un nuevo yo se percata de su continuidad a través del tiempo, se detiene. «Yo siempre seré yo»; ¿cuánto dura el *siempre*? Un yo capaz de advertir que todo expira a su alrededor no puede evitar concluir que él también lo hará de algún modo en algún momento.

Nuestros hijos compartían habitación y, a la hora de dormir, yo solía sentarme entre sus camas con las luces apagadas y contarles un cuento. Una noche, antes de empezar el cuento, reparé en que uno de los niños estaba llorando en silencio. Le pregunté qué le pasaba y él me respondió con otra pregunta: «¿Qué ocurre en el fin del mundo?».

«No creo que nadie lo sepa», le contesté.

«Pero ¿y si yo sigo viviendo *después* del fin del mundo?» Ahora estaba sollozando. Su preocupación, le sonsaqué, no consistía en que un día moriría, sino en no morir y quedarse completamente solo. Antes de hallar algo que decir que pudiera resultar remotamente tranquilizador y no incorrecto en términos fácticos, intervino su hermano.

«Eso es imposible. Con un poco de suerte, probablemente yo viviré hasta los ciento tres años. Quizás incluso hasta los ciento quince.»

El primer niño dejó de llorar. «No podrás pasar de ciento veinte», dijo. Recientemente había estado leyendo el *Libro Guinness de los récords mundiales*.

«No mucho más, no —dije yo—. Pero nadie sabe cuándo va a morir.»

«Todo depende de cuánto ejercicio hagas», dijo su hermano.

«No tienes por qué preocuparte —le dije al primero—. El mundo no acabará sin ti, ¿de acuerdo?»

«Sí que acabará sin él —insistió su hermano—. Él acabará sin el mundo.»

«Papá, ¿tú sabes cuándo va morir el mundo?»

«No tengo ni la menor idea de cuándo va a morir el mundo. Falta muchísimo tiempo.»

«¿Y cómo acabará?»

«Bueno, existen diferentes teorías al respecto», dije.

«Dime una de ellas.»

En fin, dije, el Sol, que está en continua expansión, podría llegar a ser tan grande que se tragase la Tierra. «Pero eso ocurriría en un futuro tan remoto que no podemos imaginarlo siquiera», dije.

«¿Y la segunda teoría?»

«Nos va a absorber un agujero negro», dijo su hermano.

«Sí, tal vez nos absorba un agujero negro», dije yo.

«¿Y la tercera?»

Le expliqué que el universo comenzó como una mota que luego explotó y ahora es enorme, pero que finalmente podría dejar de expandirse y quizás incluso encoger y volver a convertirse en una mota. «Así que quedaríamos aplastados en la mota», dije.

«¿De verdad?»

«Tal vez», dije.

«¿Y eso pasará dentro de muchísimo tiempo?»

«Sí, muchísimo.»

«Entonces nosotros ya no estaremos vivos.»

«No, ya no viviremos», respondí.

«Papá, ¿y cuál es la siguiente teoría?»

«Pensemos una más y luego pensemos en dormirnos», dije.

«Papi, una vez que el mundo sea una mota, ¿podría volver a explotar?»

«Claro, sí que es posible. Podría volver a empezar todo otra vez.»

«Probablemente no», dijo.

«Tal vez no —concedí—. Pero es interesante pensar en ello.»

Lo que más les preocupa a mis hijos últimamente son mis padres. Mi madre tiene cerca de noventa años y mi padre ya los ha cumplido, y viven a varias horas de nosotros, en la casa donde yo me crie. Ambos son prodigios de la biología humana, especialmente con cada día que pasa. Se ocupan del jardín, cantan en el coro de su iglesia, hacen gimnasia juntos todas las semanas con un entrenador. Tienen actividades: club de lectura, club de fotografía, crucigramas, películas. Todavía siguen conduciendo, lo cual me preocupa. Tratamos de visitarlos a menudo con los niños, pero no con la frecuencia deseable.

Hace un par de veranos fui con mi padre y con los niños a la feria estatal. Es una excursión que llevo haciendo con mis padres casi todos los años desde pequeño. La feria se celebra durante varios días a finales de agosto y principios de septiembre, en un extenso recinto ferial de pabellones y casetas. Hay concursos de cacareos de gallos y concursos de ubres, exposiciones de flores, de edredones y de mariposas, filas y más filas de palomas y conejos seleccionados, un tipo barbudo perorando sobre carpintería, vendedores de licuadoras y de algodones azucarados. Hay una avenida central con atracciones que provocan náuseas y dudosos juegos de habilidad. Y no puede faltar la escultura de mantequilla.

Cogimos un autobús lanzadera desde el centro comercial Shoppingtown para evitar el jaleo del aparcamiento. Mi padre empezó a hablar sobre la guerra. Fue reclutado en 1944, pero tenía problemas de visión, así que no tuvo que combatir, una circunstancia a la que mis hermanos y yo bien podemos deberle todo. En lugar de ellos durante varios meses justo al terminar la guerra fue destinado a un hospital militar en las afueras de París. Los fines de semana iba con sus compañeros a la ciudad, donde vendían su ración de cigarrillos y compraban perfumes y medias para venderlos en la base. Mientras tanto estaba aprendiendo francés dándole vueltas en su mente. A veces montaba en un autobús o iba caminando y una frase en francés aparecía de repente en su cabeza, como si estuviera ensayando para una obra de teatro.

Nos contó que últimamente tiene un nuevo monólogo interior sobre lo viejo que es y sobre los amigos que se están marchando. Quiere decir muriendo; mis padres han perdido varios amigos íntimos en los últimos años. Mencionó sus gotas para los ojos. A veces, decía, coge el frasco y piensa en el milagro que es un ojo y en que sus dos ojos consigan seguir funcionando todavía. A veces le asaltan estos pensamientos mientras está sentado en el inodoro, decía, y eso también tiene su interés: cómo entra y sale todo, atravesando el cuerpo e incorporándose a nuestra maquinaria viviente hasta que deja de hacerlo.

Tiene un sueño recurrente en el que es un niño sentado en el asiento delantero de un coche que conduce su padre. En una de las versiones, están descendiendo de las montañas hacia una llanura y puede ver que, abajo, la carretera por la que circulan se ramifica en varias carreteras que se esparcen en todas direcciones, y él empieza a preocuparse por cuál será la correcta y adónde se dirigirá.

El hombre del taller de reparación de relojes llevaba semanas dejándome mensajes en el contestador: mi reloj de pulsera estaba arreglado, ¿cuándo podía pasar a recogerlo? Su último mensaje decía que si no iba a buscarlo pronto, lo vendería. Así que un día de otoño, varios meses después de haber dejado el reloj, cogí el tren hasta la Gran Estación Central y caminé por la Quinta Avenida para recuperarlo.

Cuando llegué a la tienda, el técnico estaba en una mesa examinando un reloj con una lupa de joyero. Levantó la vista y me reconoció, luego buscó una bolsita de plástico que contenía mi reloj de pulsera y me lo entregó. No había nadie esperando, así que le pregunté si disponía quizás de quince minutos para contarme cómo había llegado a hacerse reparador de relojes. «¿Quince minutos? —dijo con un fuerte

acento—. ¿Por qué necesita quince minutos? Puedo contárselo todo en cinco minutos.»

Había crecido en Ucrania. A los quince años les dijo a sus padres que no quería seguir estudiando; quería hacer algo, pero no sabía bien qué. Alguien le sugirió que se hiciese relojero y eso es lo que hizo. Por aquel entonces, en la Rusia de posguerra era difícil conseguir las piezas de reloj, por lo que su trabajo implicaba con frecuencia fabricarlas a mano. Hoy en día, decía, los fabricantes de relojes utilizan piezas específicas de sus marcas, pero de vez en cuando una reparación exige una pieza que a él le resulta fácil fabricar. Volvió a su mesa y regresó con un Rolex con la trasera abierta que revelaba un microcosmos de engranajes. Señaló con orgullo un palito que mantenía en su lugar el volante regulador; lo había fabricado a mano. Le pregunté qué aspecto del oficio le resultaba más gratificante. Me miró con perplejidad. «Reparar relojes —contestó—. Alguien lo trae, no funciona, lo arreglo y entonces funciona: eso resulta gratificante.»

Pagué la factura y emprendí el regreso hacia la Grand Central. Tenía tiempo antes de mi tren, así que me senté en una mesa de un café y saqué mi reloj. El reparador me dijo que lo había hecho sumergible; observé que iba dos minutos adelantado con respecto a la hora de mi teléfono. Me lo puse en la muñeca y volví a sentir su viejo peso; enseguida me olvidé de él.

Miré a mi alrededor. Dos mujeres mayores charlaban en la barra sentadas en sendos taburetes. En una mesa próxima, una pareja de franceses y sus dos hijos tomaban cucuruchos de helado. Pasó a toda prisa un sacerdote. Vi a una mujer que escribía en su cuaderno y a un hombre solo con el codo sobre la mesa y la mano soportando su barbilla, dormido. Por todas partes las personas consultaban sus teléfonos o hablaban por ellos, o charlaban unas con otras, y todo estaba bañado por un zumbido de negocios y conversaciones, el sonido de una especie intensamente social que trabajaba para conectarse y para sincronizarse consigo misma.

El efecto era reconfortante; llevaba meses trabajando desde casa y hacía tiempo que no me sentía como una pieza de algo. Reparé en mi reloj: faltaban doce minutos para mi tren. Susan y yo nos turnábamos en la dirección del ritual de la cena y de acostar a los niños; aquella noche me tocaba a mí. Solía darme miedo porque los niños se resistían; el arco desde el baño hasta el cepillado de dientes, los pijamas y los cuentos debería ser una simple narración, pero ellos habían creado un relato épico; un híbrido de Homero y Vonnegut, digresivo y ansioso. Cuando por fin terminaba, con

las luces apagadas y los niños dormidos, con frecuencia yo también me había dormido en el suelo de su habitación.

Según una de las teorías de los libros sobre la crianza, los niños pequeños se resisten a dormirse porque les asusta; todavía son novatos en la experiencia de despertarse a la mañana siguiente, por lo que *buenas noches* les suena a *adiós*. Pero en las últimas semanas algo había cambiado; los niños habían empezado a abrazar el sueño, y nuestro desinflamiento nocturno era menos tenso y más agradable. Durante algún tiempo, uno de los niños necesitaba que le acariciase la espalda para poder relajarse lo suficiente para caer dormido. Ahora la actividad servía sobre todo para tranquilizarme a mí. Él la toleraba durante un par de minutos y luego susurraba diplomáticamente: «Ya te puedes marchar».

Supe que había llegado el momento de acabar el libro cuando mis hijos tuvieron la edad suficiente para empezar a preguntar por él. «¿De qué trata? ¿Por qué te está llevando tanto tiempo?» Tenían sus propias opiniones sobre cuántas páginas debería escribir cada día y sobre cuántas palabras debería contener cada página, y durante la cena me preguntaban si había cumplido con mi objetivo y me ofrecían comparaciones como «J. K. Rowling escribe mucho más rápido que *eso*». Un día, desde el asiento trasero del coche, propusieron títulos para el libro. Uno sugirió *El tiempo es confuso*, que me pareció apropiado, pero no demasiado atractivo. El otro sugirió *Los olvidados por el tiempo*, que sonaba como una magnífica historia de aventuras, pero puede que también como una referencia inconsciente a él mismo y a los demás miembros desatendidos de su familia.

Hace años, mucho antes de tener hijos e incluso de casarme, un amigo con hijos me dijo: «Lo curioso de tener hijos es que, al cabo de algún tiempo, te olvidas de cómo eran las cosas antes de tenerlos». La idea resultaba inconcebible. Era incapaz de imaginarme un yo futuro cuyas idas y venidas estuviesen completamente circunscritas, felizmente al parecer, por los deseos y necesidades de alguien que ocupaba la mitad que yo. Pero eso es lo que sucede. Conforme iba asumiendo el papel, a veces tenía la impresión de estar despedazando un barco y utilizando su madera para construir un barco para otra persona. Tabla a tabla me desmontaba y me recomponía hasta que solo quedaba una cosa de mi vida anterior a los niños: el libro. Podía dedicarle menos tiempo que nunca, por lo que aprovechaba el poco tiempo del que disponía: noches, fines de semana, veranos, vacaciones. Era absorbente de un

modo desordenado, que se me antojaba normal porque así había sido antes también. No podía continuar. Y, sin embargo, entrar en él un sábado lluvioso o a altas horas de la noche era como entrar en un cálido rincón del ático. Resultaba tentador imaginar que el proyecto fuera interminable. Se podría decir que, después de tanto tiempo, el libro se había convertido en otro hijo que no quería dejar escapar y cuyo destino podía controlar de veras.

Me preguntaba asimismo si con mi estrategia para lidiar con el tiempo me había pasado de listo. Para Agustín, una sílaba, una oración o una estrofa en movimiento era la encarnación del tiempo; al desplegarse, se estira entre el pasado y el futuro, la memoria y la expectativa, el abarcante ahora y su contenedor, el yo. «Lo que es cierto con respecto al poema en su conjunto es igualmente cierto con respecto a sus estrofas y sílabas individuales —escribe—. Lo mismo sucede con toda la representación, en la que este poema puede ser un solo elemento.» Hipotéticamente, otro tanto cabe decir de un libro: en tanto en cuanto permaneciera en movimiento, el presente del autor no terminaría jamás. Puedes ver adónde conduce esta lógica. La inmortalidad era un libro perpetuamente inacabado.

Todo esto —todo lo que importa, dice Agustín— se revela en una oración. En algún lugar del camino yo había perdido la noción del tiempo presente y el hilo del mensaje: que el alma (yo también podía llamarla así en este momento) está en su hablar, en la oración ni completa ni inexpresada, sino que todavía está saliendo de nuestros labios.

No es verano, o el final de este, hasta que he estado en la playa. No me refiero a una playa a la orilla de un lago de olas perezosas, donde el fondo está sucio y crecen las malas hierbas. Necesito una auténtica playa oceánica, con dunas de arena blanca y una brisa marina que sacude la bandera del socorrista, donde tu pelo se llena de sal con tan solo sentarte allí y las olas azotan y echan espuma, y te recuerdan que no hay nada más que mar entre Normandía y tú.

Durante mucho tiempo, nuestros hijos estuvieron fascinados y atemorizados por esta clase de playa, como suele suceder, pero supe que había llegado el verano en un sentido eterno el año en que empezó a gustarles. Tenían cinco años. Era el fin de semana del Día del Trabajo, esa radiante diapausa entre la languidez y la reglamentación cuando los días cambian de nombre y dejan entrever algo imperecedero. Había pasado un huracán dejando sol y espuma. Los niños pasaban las

primeras horas de la tarde aprendiendo a estrellarse contra las olas de esa forma que deja el agua de mar fluyendo desde tu nariz. Luego empezó a bajar la marea y llegó la hora de hacer castillos de arena.

He aquí un placer humano esencial: llenar tu mano de arena, darle la vuelta y llamarlo arquitectura. Elegimos un lugar en el punto sostenible más próximo a la línea de marea. Era un terreno inundable excelente: llano, con arena perfectamente húmeda, pero también expuesto; nuestra obra sería la primera en caer cuando volviese a subir la marea. En solo unos minutos, uno de los niños había construido una aldea de montones de arena protegida por un muro bajo y curvado. Yo excavé un foso delante de él para ralentizar las primeras olas que llegaran y construí un rompeolas delante de todo. Mi hijo miraba alegre y asombrado. «¡Nunca habíamos tenido tanto tiempo!», exclamó. Creo que quería decir que nunca había estado tan cerca de las grandes olas (la marea todavía estaba bajando) pero sintiéndose tan libre de amenazas y de prisas. Yo observaba a unos padres más jóvenes más lejos de la orilla. «Mira nuestra pequeña aldea —dijo orgullosamente el niño. Y repitió—: ¡Nunca habíamos tenido tanto tiempo!»

Nietzsche decía —en realidad, el psicoanalista Stephen Mitchell decía que Nietzsche decía— que podemos determinar la relación de un hombre con el tiempo por su forma de hacer un castillo de arena. El primer hombre procederá vacilante, concentrado en la tarea, pero al mismo tiempo inquieto por el inevitable retorno de las olas y consternado por su pérdida cuando finalmente lleguen. Un segundo hombre no empezará siquiera a construir: ¿para qué molestarse si lo destruirá la marea? El tercero, el modelo de hombría a juicio de Nietzsche, acepta lo inevitable y se entrega de lleno a la tarea a pesar de todo, feliz pero no inconsciente.

Me gustaría pensar que pertenezco a esta tercera categoría, pero me considero afortunado si estoy en la primera. Observé que mi otro hijo, en contra de mi discreto consejo, había comenzado su proyecto constructivo, un montículo esculpido, por delante del rompeolas y del muro protector de la aldea de arena. La primera ola errante lo redujo a un bulto mojado y él rompió a llorar. Empezó una segunda ermita, que enseguida se vino abajo, y luego otra. Nietzsche debería tener una cuarta categoría para él, pensé: el hombre ligeramente alejado pero ferozmente apegado. La marea había regresado con vigor y las primeras olas bajas subían deprisa por la playa. Él fue la primera víctima; luego las olas invadieron mi espigón y mi foso y azotaron el muro de la aldea; después se enroscaron detrás del muro e inundaron las calles. El

primer niño se plantó de pie detrás de las murallas de frente a la marea, con los brazos extendidos y la sonrisa de los años en su rostro.

«¡Es el fin! ¡Es el fin!»

Era un gigante. Jamás parecía haber sido tan feliz y yo sentí envidia.

Agradecimientos |

Este libro ha sido posible con el apoyo de la Fundación Solomon H. Guggenheim y la Colonia MacDowell.

La literatura sobre el tiempo es ilimitada. Desde los comienzos de la historia, los escritores han ido expresando sus ideas sobre el tema, muchas de ellas reflexivas y provocativas en un sentido anecdótico, pero hasta fechas recientes las ideas científicas han sido relativamente escasas. A riesgo —de hecho, con el objetivo expreso— de ignorar un vasto repertorio de pensamientos filosóficos y religiosos, me he centrado principalmente en los esfuerzos por explorar la relación de los seres humanos con el tiempo mediante experimentos, un empeño que comenzó en serio hace aproximadamente un siglo y medio. Soy plenamente consciente de que incluso los experimentos bienintencionados pueden estar mal diseñados o pueden producir resultados imprecisos o contradictorios, o pueden abordar un aspecto tan restringido de nuestra experiencia temporal que resulte difícil decir si son aplicables más allá de los confines del laboratorio en el que fueron concebidos.

Además, incluso este subconjunto de la literatura, confinada en líneas generales a los experimentos y a sus resultados, es voluminoso. Pronto descubrí los trabajos a los que dedicó su vida Julius T. Fraser, posiblemente la autoridad más destacada en el estudio interdisciplinar del tiempo. En 1966, Fraser fundó la Sociedad Internacional para el Estudio del Tiempo, que cada tres años convocaba una conferencia y congregaba a investigadores del tiempo de toda índole, desde físicos, filósofos kantianos e historiadores medievales hasta neurobiólogos, antropólogos y especialistas en Proust. Fraser fue recopilando progresivamente los trabajos presentados en una serie de diez volúmenes de libros eclécticos, pero que reflejaban interesantes investigaciones: *The Study of Time* [El estudio del tiempo], y escribió o editó otros varios, entre los que se incluyen *Time, the Familiar Stranger* [El tiempo, ese familiar desconocido] y *The Voices of Time: A Cooperative Survey of Man's View of Time as Expressed by the Humanities* [Las voces del tiempo: un estudio cooperativo de la visión humana del tiempo expresada por las humanidades]. El poeta y erudito Frederick Turner describió magistralmente a Fraser como «una especie de

combinación de Einstein, Yoda, Gandalf, Samuel Johnson, Sócrates, el Dios del Antiguo Testamento y Groucho Marx». Yo había oído que Fraser se había retirado a Connecticut, pero cuando ya había leído una parte suficiente de sus obras como para aproximarme a él con confianza, había muerto a sus ochenta y siete años.

Este libro no debería confundirse con una enciclopedia del tiempo. (Existen al menos dos: una, publicada en 1994, tiene setecientas páginas y pesa algo más de un kilo y cuarto; la segunda, publicada en 2009, consta de mil seiscientas páginas en tres volúmenes y pesa cinco kilos.) Puedo garantizar que estas páginas no responderán todas tus preguntas sobre el tiempo. Antes bien, teniendo presente tanto el interés del lector como el del autor, me he limitado a lo que me parecía humanamente posible: un breve estudio de esa porción del campo que más me interesa a mí y, por extensión, confío en que también a ti. Para quienes deseen seguir leyendo, indico a continuación mis fuentes principales. Cuidado con las madrigueras de conejos.

Hacia adelante

- Gilbreth, Frank B., y Lillian Moller Gilbreth, *Fatigue Study: the Elimination of Humanity's Greatest Unnecessary Waste, a First Step in Motion Study*, Nueva York, Macmillan Company, 1919.
- Gilbreth, Frank B., y Robert Thurston Kent, *Motion Study, a Method for Increasing the Efficiency of the Workman*, Nueva York, D. Van Nostrand, 1911.
- Gleick, James, *Faster: The Acceleration of Just about Everything*, Nueva York, Pantheon Books, 1999.
- James, William, «Does Consciousness Exist?», *Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, vol. 1, n.º 18, 1904.
- Lakoff, George, y Mark Johnson, *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*, Nueva York, Basic Books, 1999.
- Robinson, John P., y Geoffrey Godbey, *Time for Life: The Surprising Ways Americans Use Their Time*, University Park, Pensilvania, Pennsylvania State University Press, 1997.
- San Agustín, *The Confessions*, trad. Maria Boulding, Nueva York, Vintage Books, 1998. [Hay trad. en cast.: *Confesiones*, Madrid, Alianza, 2015.]

Las horas

- Adam, Barbara, *Timewatch: The Social Analysis of Time*, Cambridge, Reino Unido, Polity Press, 1995.
- Arias, Elisa Felicitas, «The Metrology of Time», *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, vol. 363, n.º 1.834, 2005, págs. 2.289-2.305.
- Battersby, S., «The Lady Who Sold Time», *New Scientist*, 25 de febrero-3 de marzo de 2006, págs. 52-53.
- Brann, Eva T. H., *What, Then, Is Time?*, Lanham, Maryland, Rowman & Littlefield, 1999.
- Cockell, Charles S., y Lynn J. Rothschild, «The Effects of Ultraviolet Radiation A and B on Diurnal Variation in Photosynthesis in Three Taxonomically and Ecologically Diverse Microbial Mats», *Photochemistry and Photobiology*, vol. 69, n.º 2, 1999, págs. 203-210.
- Friedman, William J., «Developmental and Cognitive Perspectives on Humans' Sense of the Times of Past and Future Events», *Learning and Motivation*, vol. 36, n.º 2, 2005, págs. 145-158.
- Goff, Jacques Le, *Time, Work, and Culture in the Middle Ages*, Chicago, University of Chicago Press, 1980. [Hay trad. en cast.: *Tiempo, trabajo y cultura en el Occidente medieval*, Madrid, Taurus, 1983.]
- Koriat, Asher, y Baruch Fischhoff, «What Day Is Today? An Inquiry into the Process of Temporal Orientation», *Memory and Cognition*, vol. 2, n.º 2, 1974, págs. 201-205.
- Parker, Thomas E., y Demetrios Matsakis, «Time and Frequency Dissemination: Advances in GPS Transfer Techniques», *GPS World*, noviembre de 2004, págs. 32-38.
- Rifkin, Jeremy, *Time Wars: The Primary Conflict in Human History*, Nueva York, H. Holt, 1987. [Hay trad. en cast.: *Las guerras del tiempo: el conflicto fundamental de la historia humana*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 1989.]
- Rooney, David, *Ruth Belville: The Greenwich Time Lady*, Londres, National Maritime Museum, 2008.

Zerubavel, Eviatar, *Hidden Rhythms: Schedules and Calendars in Social Life*, Chicago, University of Chicago Press, 1981.

— *The Seven Day Circle: The History and Meaning of the Week*, Nueva York, Free Press, 1985.

Los días

- Alden, Robert, «Explorer Tells of Cave Ordeal», *New York Times*, 20 de septiembre de 1962.
- Antle, Michael C., y Rae Silver, «Orchestrating Time: Arrangements of the Brain Circadian Clock», *Trends in Neurosciences*, vol. 28, n.º 3, 2005, págs. 145-151.
- Basner, Mathias, David F. Dinges, Daniel Mollicone, Adrian Ecker, Christopher W. Jones, Eric C. Hyder, Adrian Di *et al.*, «Mars 520-D Mission Simulation Reveals Protracted Crew Hypokinesia and Alterations of Sleep Duration and Timing», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 110, n.º 7, 2012, págs. 2.635-2.640.
- Bertolucci, Cristiano, y Augusto Foà, «Extraocular Photoreception and Circadian Entrainment in Nonmammalian Vertebrates», *Chronobiology International*, vol. 21, n.º 4-5, 2004, págs. 501-519.
- Bradshaw, William E., y Christina M. Holzapfel, «Genetic Shift in Photoperiodic Response Correlated with Global Warming», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 98, n.º 25, 2001, págs. 14.509-14.511.
- Bray, M. S., y M. E. Young, «Circadian Rhythms in the Development of Obesity: Potential Role for the Circadian Clock within the Adipocyte», *Obesity Reviews*, vol. 8, n.º 2, 2007, págs. 169-181.
- Byrd, Richard Evelyn, *Alone: The Classic Polar Adventure*, Nueva York, Kodansha International, 1995. [Hay trad. en cast.: *Soledad*, Chile, Zig Zag, 1958.]
- Castillo, Marina R., Kelly J. Hochstetler, Ronald J. Tavernier, Dana M. Greene y Abel Bult-Ito, «Entrainment of the Master Circadian Clock by Scheduled Feeding», *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, vol. 287, n.º 3, 2004, págs. 551-555.
- Cockell, Charles S., y Lynn J. Rothschild, «Photosynthetic Rhythmicity in an Antarctic Microbial Mat and Some Considerations on Polar Circadian Rhythms», *Antarctic Journal*, vol. 32, 1997, págs. 156-157.

- Congreso de los Estados Unidos, Oficina de Asesoramiento Tecnológico, *Biological Rhythms: Implications for the Worker*, Washington D. C., U. S. Government Printing Office, 1991.
- Coppack, Timothy, y Francisco Pulido, «Photoperiodic Response and the Adaptability of Avian Life Cycles to Environmental Change», *Advances in Ecological Research*, vol. 35, 2004, págs. 131-150.
- Covington, Michael F., y Stacey L. Harmer, «The Circadian Clock Regulates Auxin Signaling and Responses in Arabidopsis», *PLoS Biology*, vol. 5, n.º 8, 2007, págs. 1.773-1.784.
- Czeisler, Charles A., James S. Allan, Steven H. Strogatz, Joseph M. Ronda, Ramiro Sánchez, C. David Ríos, Walter O. Freitag, Gary S. Richardson y Richard E. Kronauer, «Bright Light Resets the Human Circadian Pacemaker Independent of the Timing of the Sleep-Wake Cycle», *Science*, vol. 233, n.º 4.764, 1986, págs. 667-671.
- Czeisler, Charles A., Jeanne F. Duffy, Theresa L. Shanahan, Emery N. Brown, Jude F. Mitchell, David W. Rimmer, Joseph M. Ronda *et al.*, «Stability, Precision, and near-24-Hour Period of the Human Circadian Pacemaker», *Science*, vol. 284, n.º 5.423, 1999, págs. 2.177-2.181.
- Dijk, Derk-Jan, David F. Neri, James K. Wyatt, Joseph M. Ronda, Eymard Riel, Angela Ritz-De Cecco, Rod J. Hughes, *et al.*, «Sleep, Performance, Circadian Rhythms, and Light-Dark Cycles during Two Space Shuttle Flights», *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, vol. 281, n.º 5, 2001, págs. R1.647-R1.664.
- Dunlap, Jay C., «Molecular Bases for Circadian Clocks (Review)», *Cell*, vol. 96, n.º 2, 1999, págs. 271-290.
- Figueiro, Mariana G., y Mark S. Rea, «Evening Daylight May Cause Adolescents to Sleep Less in Spring Than in Winter», *Chronobiology International*, vol. 27, n.º 6, 2010, págs. 1.242-1.258.
- Foer, Joshua, «Caveman: An Interview with Michel Siffre», *Cabinet Magazine*, n.º 30, verano de 2008, <<http://www.cabinetmagazine.org/issues/30/foer.php>>.
- Foster, Russell G., «Keeping an Eye on the Time», *Investigative Ophthalmology*, vol. 43, n.º 5, 2002, págs. 1.286-1.298.
- Froy, Oren, «The Relationship between Nutrition and Circadian Rhythms in Mammals», *Frontiers in Neuroendocrinology*, vol. 28, n.º 2-3, 2007, págs. 61-

71.

Golden, Susan S., «Meshing the Gears of the Cyanobacterial Circadian Clock», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 101, n.º 38, 2004, págs. 13.697-13.698.

— «Timekeeping in Bacteria: The Cyanobacterial Circadian Clock», *Current Opinion in Microbiology*, vol. 6, n.º 6, 2003, págs. 535-540.

Golden, Susan S., y Shannon R. Canales, «Cyanobacterial Circadian Clocks: Timing Is Everything», *Nature Reviews. Microbiology*, vol. 1, n.º 3, 2003, págs. 191-199.

Golombek, Diego A., Javier A. Calcagno y Carlos M. Luquet, «Circadian Activity Rhythm of the Chinstrap Penguin of Isla Media Luna, South Shetland Islands, Argentine Antarctica», *Journal of Field Ornithology*, vol. 62, n.º 3, 1991, págs. 293-428.

Gooley, Joshua J., Jun Lu, Thomas C. Chou, Thomas E. Scammell y Clifford B. Saper, «Melanopsin in Cells of Origin of the Retinohypothalamic Tract», *Nature Neuroscience*, vol. 4, n.º 12, 2001, pág. 1.165.

Gronfier, Claude, Kenneth P. Wright, Richard E. Kronauer y Charles A. Czeisler, «Entrainment of the Human Circadian Pacemaker to Longer-than-24-H Days», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 104, n.º 21, 2007, págs. 9.081-9.086.

Hamermesh, Daniel S., Caitlin Knowles Myers y Mark L. Pocock, «Cues for Timing and Coordination: Latitude, Letterman, and Longitude», *Journal of Labor Economics*, vol. 26, n.º 2, 2008, págs. 223-246.

Hao, Haiping, y Scott A. Rivkees, «The Biological Clock of Very Premature Primate Infants Is Responsive to Light», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 96, n.º 5, 1999, págs. 2.426-2.429.

Hellwegera, Ferdi L., «Resonating Circadian Clocks Enhance Fitness in Cyanobacteria in Silico», *Ecological Modelling*, vol. 221, n.º 12, 2010, págs. 1.620-1.629.

Johnson, Carl Hirschie, y Martin Egli, «Visualizing a Biological Clockwork's Cogs», *Nature Structural and Molecular Biology*, vol. 11, n.º 7, 2004, págs. 584-585.

- Johnson, Carl Hirschie, Tetsuya Mori y Yao Xu, «A Cyanobacterial Circadian Clockwork», *Current Biology*, vol. 18, n.º 17, 2008, págs. R816-R825.
- Kohsaka, Akira, y Joseph Bass, «A Sense of Time: How Molecular Clocks Organize Metabolism», *Trends in Endocrinology and Metabolism*, vol. 18, n.º 1, 2007, págs. 4-11.
- Kondo, Takao, «A Cyanobacterial Circadian Clock Based on the Kai Oscillator», en *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, vol. 72, 2007, págs. 47-55.
- Konopka, Roland J., y Seymour Benzer, «Clock Mutants of *Drosophila Melanogaster*», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 68, n.º 9, 1971, págs. 2.112-2.116.
- Lockley, Steven W., y Joshua J. Gooley, «Circadian Photoreception: Spotlight on the Brain», *Current Biology*, vol. 16, n.º 18, 2006, págs. R795-R797.
- Lu, Weiqun, Qing-Jun Meng, Nicholas J. C. Tyler, Karl-Arne Stokkan y Andrew S. I. Loudon, «A Circadian Clock Is Not Required in an Arctic Mammal», *Current Biology*, vol. 20, n.º 6, 2010, págs. 533-537.
- Lubkin, Virginia, Pouneh Beizai y Alfredo A. Sadun, «The Eye as Metronome of the Body», *Survey of Ophthalmology*, vol. 47, n.º 1, 2002, págs. 17-26.
- Mann, N. P., R. Haddow, L. Stokes, S. Goodley y N. Rutter, «Effect of Night and Day on Preterm Infants in a Newborn Nursery: Randomised Trial», *British Medical Journal*, vol. 293, n.º 6.557, noviembre de 1986, págs. 1.265-1.267.
- McClung, Robertson, «Plant Circadian Rhythms», *Plant Cell*, vol. 18, n.º 4, abril de 2006, págs. 792-803.
- Meier-Koll, Alfred, Ursula Hall, Ulrike Hellwig, Gertrud Kott y Verena Meier-Koll, «A Biological Oscillator System and the Development of Sleep-Waking Behavior during Early Infancy», *Chronobiologia*, vol. 5, n.º 4, 1978, págs. 425-440.
- Menaker, Michael, «Circadian Rhythms. Circadian Photoreception», *Science*, vol. 299, n.º 5.604, 2003, págs. 213-214.
- Mendoza, Jorge, «Circadian Clocks: Setting Time by Food», *Journal of Neuroendocrinology*, vol. 19, n.º 2, 2007, págs. 127-137.
- Mills, John Norton, David S. Minors y James M. Waterhouse, «The Circadian Rhythms of Human Subjects without Timepieces or Indication of the

- Alternation of Day and Night», *Journal of Physiology*, vol. 240, n.º 3, 1974, págs. 567-594.
- Mirmiran, Majid, Joke H. Kok, Kees Boer y Hans Wolf, «Perinatal Development of Human Circadian Rhythms: Role of the Foetal Biological Clock», *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, vol. 16, n.º 3, 1992, págs. 371-378.
- Mittag, Maria, Stefanie Kiaulehn y Carl Hirschie Johnson, «The Circadian Clock in *Chlamydomonas reinhardtii*. Is It For? What Is It Similar To?», *Plant Physiology*, vol. 127, n.º 2, 2005, págs. 399-409.
- Monk, Timothy H., Kathy S. Kennedy, Lynda R. Rose y Jerry M. Linenger, «Decreased Human Circadian Pacemaker Influence after 100 Days in Space: A Case Study», *Psychosomatic Medicine*, vol. 63, n.º 6, 2001, págs. 881-885.
- Monk, Timothy H., Daniel J. Buysse, Bart D. Billy, Kathy S. Kennedy y Linda M. Willrich, «Sleep and Circadian Rhythms in Four Orbiting Astronauts», *Journal of Biological Rhythms*, vol. 13, n.º 3, junio de 1998, págs. 188-201.
- Murayama, Yoriko, Atsushi Mukaiyama, Keiko Imai, Yasuhiro Onoue, Akina Tsunoda, Atsushi Nohara, Tatsuro Ishida *et al.*, «Tracking and Visualizing the Circadian Ticking of the Cyano- bacterial Clock Protein KaiC in Solution», *EMBO Journal*, vol. 30, n.º 1, 2011, págs. 68-78.
- Nikaido, Selene S., y Carl Hirschie Johnson, «Daily and Circadian Variation in Survival from Ultraviolet Radiation in *Chlamydomonas reinhardtii*», *Photochemistry and Photobiology*, vol. 71, n.º 6, 2000, págs. 758-765.
- O'Neill, John S., y Akhilesh B. Reddy, «Circadian Clocks in Human Red Blood Cells», *Nature*, vol. 469, n.º 7.331, 2011, págs. 498-503.
- Ouyang, Yan, Carol R. Andersson, Takao Kondo, Susan S. Golden y Carl Hirschie Johnson, «Resonating Circadian Clocks Enhance Fitness in Cyanobacteria», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 95, n.º 15, julio de 1998, págs. 8.660-8.664.
- Palmer, John D., *The Living Clock: The Orchestrator of Biological Rhythms*, Oxford, Oxford University Press, 2002.
- Panda, Satchidananda, John B. Hogenesch y Steve A. Kay, «Circadian Rhythms from Flies to Human», *Nature*, vol. 417, n.º 6.886, 2002, págs. 329-335.

- Pöppel, Ernst, «Time Perception», en Richard Held, Herschel W. Leibowitz y Hans-Lukas Teubner (comps.), *Handbook of Sensory Physiology*, vol. 8, *Perception*, Berlín, Springer-Verlag, 1978, págs. 713-729.
- Ptitsyn, Andrey A., Sanjin Zvonic, Steven A. Conrad, L. Keith Scott, Randall L. Mynatt y Jeffrey M. Gimble, «Circadian Clocks Are Resounding in Peripheral Tissues», *PLoS Computational Biology*, vol. 2, n.º 3, 2006, págs. 126-135.
- Ptitsyn, Andrey A., Sanjin Zvonic y Jeffrey M. Gimble, «Digital Signal Processing Reveals Circadian Baseline Oscillation in Majority of Mammalian Genes», *PLoS Computational Biology*, vol. 3, n.º 6, 2007, págs. 1.108-1.114.
- Ramsey, Kathryn Moynihan, Bilianna Marcheva, Akira Kohsaka y Joseph Bass, «The Clockwork of Metabolism», *Annual Review of Nutrition*, vol. 27, 2007, págs. 219-240.
- Reppert, Steven M., «Maternal Entrainment of the Developing Circadian System», *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 453, 1985, págs. 162-169, fig. 2.
- Revel, Florent G., Annika Herwig, Marie-Laure Garidou, Hugues Dardente, Jérôme S. Menet, Mireille Masson-Pévet, Valérie Simonneaux, Michel Saboureau y Paul Pévet, «The Circadian Clock Stops Ticking during Deep Hibernation in the European Hamster», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 104, n.º 34, 2007, págs. 13.816-13.820.
- Rivkees, Scott A., «Developing Circadian Rhythmicity in Infants», *Pediatrics*, vol. 112, n.º 2, 2003, págs. 373-381.
- Rivkees, Scott A., Paul L. Hofman y Jeffrey Fortman, «Newborn Primate Infants Are Entrained by Low Intensity Lighting», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 94, n.º 1, 1997, págs. 292-297.
- Rivkees, Scott A., Linda Mayes, Harris Jacobs e Ian Gross, «Rest-Activity Patterns of Premature Infants Are Regulated by Cycled Lighting», *Pediatrics*, vol. 113, n.º 4, 2004, págs. 833-839.
- Rivkees, Scott A., y Steven M. Reppert, «Perinatal Development of Day-Night Rhythms in Humans», *Hormone Research*, vol. 37, supl. 3, 1992, págs. 99-104.

- Roenneberg, Till, Karla V. Allebrandt, Martha Merrow y Céline Vetter, «Social Jetlag and Obesity», *Current Biology*, vol. 22, n.º 10, 2012, págs. 939-943.
- Roenneberg, Till, y Martha Merrow, «Light Reception: Discovering the Clock-Eye in Mammals», *Current Biology*, vol. 12, n.º 5, 2002, págs. R163-R165.
- Rubin, Elad B., Yair Shemesh, Mira Cohen, Sharona Elgavish, Hugh M. Robertson y Guy Bloch, «Molecular and Phylogenetic Analyses Reveal Mammalian-like Clockwork in the Honey Bee (*Apis mellifera*) and Shed New Light on the Molecular Evolution of the Circadian Clock», *Genome Research*, vol. 16, n.º 11, 2006, págs. 1.352-1.365.
- Scheer, Frank A. J. L., Michael F. Hilton, Christos S. Mantzoros y Steven A. Shea, «Adverse Metabolic and Cardiovascular Consequences of Circadian Misalignment», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 106, n.º 11, 2009, págs. 4.453-4.458.
- Scheer, Frank A. J. L., Kenneth P. Wright, Richard E. Kronauer y Charles A. Czeisler, «Plasticity of the Intrinsic Period of the Human Circadian Timing System», *PLoS ONE*, vol. 2, n.º 8, 2007, pág. e721.
- Siffre, Michel, *Hors du temps: L'expérience du 16 juillet 1962 au fond du gouffre de Scarasson par celui qui l'a vécue*, París, R. Julliard, 1963.
- «Six Months Alone in a Cave», *National Geographic*, vol. 147, n.º 3, marzo de 1975, págs. 426-435.
- Skuladottir, Arna, Marga Thome y Alfons Ramel, «Improving Day and Night Sleep Problems in Infants by Changing Day Time Sleep Rhythm: A Single Group before and after Study», *International Journal of Nursing Studies*, vol. 42, n.º 8, 2005, págs. 843-850.
- Sorek, Michal, Yosef Z. Yacobi, Modi Roopin, Ilana Berman-Frank y Oren Levy, «Photosynthetic Circadian Rhythmicity Patterns of *Symbiodium*, the Coral Endosymbiotic Algae», *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 280, n.º 1.759, 2013, pág. 20.122.942.
- Stevens, Richard G., y Yong Zhu, «Electric Light, Particularly at Night, Disrupts Human Circadian Rhythmicity: Is That a Problem?», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 370, n.º 1.667, 16 de marzo de 2015, pág. 20.140.120.
- Stokkan, Karl-Arne, Shin Yamazaki, Hajime Tei, Yoshiyuki Sakaki y Michael Menaker, «Entrainment of the Circadian Clock in the Liver by Feeding»,

- Science*, vol. 291, n.º 5.503, 2001, págs. 490-493.
- Strogatz, Steven H., *Sync: The Emerging Science of Spontaneous Order*, Nueva York, Hyperion, 2003.
- Suzuki, Lena, y Carl Hirschie Johnson, «Algae Know the Time of Day: Circadian and Photoperiodic Programs», *Journal of Phycology*, vol. 37, n.º 6, 2001, págs. 933-942.
- Takahashi, Joseph S., Kazuhiro Shimomura y Vivek Kumar, «Searching for Genes Underlying Behavior: Lessons from Circadian Rhythms», *Science*, vol. 322, n.º 5.903, 7 de noviembre de 2008, págs. 909-912.
- Tavernier, Ronald J., Angela L. Lagen y Abel Bult-Ito, «Circadian Organization of a Subarctic Rodent, the Northern Red-Backed Vole (*Clethrionomys rutilus*)», *Journal of Biological Rhythms*, vol. 19, n.º 3, 2004, págs. 238-247.
- Van Oort, Bob E. H., Nicholas J. C. Tyler, Menno P. Gerkema, Lars Folkow, Arnoldus Schytte Blix y Karl-Arne Stokkan, «Circadian Organization in Reindeer», *Nature*, vol. 438, n.º 7.071, 2005, págs. 1.095-1.096.
- Weiner, Jonathan, *Time, Love, Memory: A Great Biologist and His Quest for the Origins of Behavior*, Nueva York, Knopf, 1999. [Hay trad. en cast.: *Tiempo, amor, memoria: en busca de los orígenes del comportamiento*, Barcelona, Galaxia Gutenberg-Club Círculo de Lectores, 2001.]
- Wittmann, Marc, Jenny Dinich, Martha Merrow y Till Roenneberg, «Social Jetlag: Misalignment of Biological and Social Time», *Chronobiology International*, vol. 23, n.º 1-2, 2006, págs. 497-509.
- Woelfle, Mark A., Yan Ouyang, Kittiporn Phanvijhitsiri y Carl Hirschie Johnson, «The Adaptive Value of Circadian Clocks: An Experimental Assessment in Cyanobacteria», *Current Biology*, vol. 14, n.º 16, 24 de agosto de 2004, págs. 1.481- 1.486.
- Wright, Kenneth P., Andrew W. McHill, Brian R. Birks, Brandon R. Griffin, Thomas Rusterholz y Evan D. Chinoy, «Entrainment of the Human Circadian Clock to the Natural Light-Dark Cycle», *Current Biology*, vol. 23, n.º 16, 2013, págs. 1.554-1.558.
- Xu, Yao, Tetsuya Mori y Carl Hirschie Johnson, «Cyanobacterial Circadian Clockwork: Roles of KaiA, KaiB and the KaiBC Promoter in Regulating KaiC», *EMBO Journal*, vol. 22, n.º 9, 2003, págs. 2.117-2.126.

Zivkovic, Bora, «Circadian Clock without DNA: History and the Power of Metaphor», *Observations* (blog), *Scientific American*, 2011, págs. 1-25.

El presente

- Allport, David A., «Phenomenal Simultaneity and the Perceptual Moment Hypothesis», *British Journal of Psychology*, vol. 59, n.º 4, 1968, págs. 395-406.
- Baugh, Frank G., y Ludy T. Benjamin, «Walter Miles, Pop Warner, B. C. Graves, and the Psychology of Football», *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, vol. 42, n.º 1, invierno de 2006, págs. 3-18.
- Blatter, Jeremy, «Screening the Psychological Laboratory: Hugo Münsterberg, Psychotechnics, and the Cinema, 1892- 1916», *Science in Context*, vol. 28, n.º 1, 2015, págs. 53-76.
- Boring, Edwin Garrigues, *A History of Experimental Psychology*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1950. [Hay trad. en cast.: *Historia de la psicología experimental*, México, Trillas, 1985.]
- *Sensation and Perception in the History of Experimental Psychology*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1942.
- Buonomano, Dean V., Jennifer Bramen y Mahsa Khodadadifar, «Influence of the Interstimulus Interval on Temporal Processing and Learning: Testing the State-Dependent Network Model», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 364, n.º 1.525, 2009, págs. 1.865-1.873.
- Cai, Mingbo, David M. Eagleman y Wei Ji Ma, «Perceived Duration Is Reduced by Repetition but Not by High-Level Expectation», *Journal of Vision*, vol. 15, n.º 13, 2015, págs. 1-17.
- Cai, Mingbo, Chess Stetson y David M. Eagleman, «A Neural Model for Temporal Order Judgments and Their Active Recalibration: A Common Mechanism for Space and Time?», *Frontiers in Psychology*, vol. 3, noviembre de 2012, pág. 470.
- Campbell, Leah A., y Richard A. Bryant, «How Time Flies: A Study of Novice Skydivers», *Behaviour Research and Therapy*, vol. 45, n.º 6, 2007, pág. 1.389-1.392.
- Canales, Jimena, «Exit the Frog, Enter the Human: Physiology and Experimental Psychology in Nineteenth-Century Astronomy», *British Journal*

- for the History of Science*, vol. 34, n.º 2, 2001, págs. 173-197.
- *A Tenth of a Second: A History*, Chicago, University of Chicago Press, 2009.
- Dierig, Sven, «Engines for Experiment: Labor Revolution and Industrial in the Nineteenth-Century City», en Sven Dierig, Jens Lachmund y Andrew Mendelsohn (comps.), *Osiris*, vol. 18, *Science and the City*, University of Chicago Press, 2003, págs. 116-134.
- Dollar, John, director y productor, «Prisoner of Consciousness», *Equinox*, temporada 1, episodio 3, Channel 4 (Reino Unido), emitido el 4 de agosto de 1986.
- Duncombe, Raynor L., «Personal Equation in Astronomy», *Popular Astronomy*, vol. 53, 1945, págs. 2-13, 63-76, 110-121.
- Eagleman, David M., «How Does the Timing of Neural Signals Map onto the Timing of Perception?», en Romi Nijhawan y Beena Khurana (comps.), *Space and Time in Perception and Action*, Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press, 2010, págs. 216-231.
- «Human Time Perception and Its Illusions», *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 18, n.º 2, 2008, págs. 131-136.
- «Motion Integration and Postdiction in Visual Awareness», *Science*, vol. 287, n.º 5.460, 2000, págs. 2.036-2.038.
- «The Where and When of Intention», *Science*, vol. 303, n.º 5.661, 2004, págs. 1.144-1.146.
- Eagleman, David M., y Alex O. Holcombe, «Causality and the Perception of Time», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 6, n.º 8, 2002, págs. 323-325.
- Eagleman, David M., y Vani Pariyadath, «Is Subjective Duration a Signature of Coding Efficiency?», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 364, n.º 1.525, 2009, págs. 1.841-1.851.
- Eagleman, David M., Peter U. Tse, Dean V. Buonomano, Peter Janssen, Anna Christina Nobre y Alex O. Holcombe, «Time and the Brain: How Subjective Time Relates to Neural Time», *Journal of Neuroscience*, vol. 25, n.º 45, 2005, págs. 10.369-10.371.
- Efron, Robert, «The Duration of the Present», *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 138, febrero de 1967, págs. 712-729.

- Ekirch, A. Roger, *At Day's Close: Night in Times Past*, Nueva York, W. W. Norton, 2006.
- Engel, Andreas K., Pascal Fries, Peter König, Michael Brecht y Wolf Singer, «Temporal Binding, Binocular Rivalry, and Consciousness», *Consciousness and Cognition*, vol. 8, n.º 2, 1999, págs. 128-151.
- Engel, Andreas K., Pieter R. Roelfsema, Pascal Fries, Michael Brecht y Wolf Singer, «Role of the Temporal Domain for Response Selection and Perceptual Binding», *Cerebral Cortex*, vol. 7, n.º 6, 1997, págs. 571-582.
- Engel, Andreas K., y Wolf Singer, «Temporal Binding and the Neural Correlates of Sensory Awareness», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 5, n.º 1, 2001, págs. 16-25.
- Friedman, William J., *About Time: Inventing the Fourth Dimension*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 1990.
- «Developmental and Cognitive Perspectives on Humans' Sense of the Times of Past and Future Events», *Learning and Motivation*, vol. 36, n.º 2 (número especial), 2005, págs. 145-158.
- «Developmental Perspectives on the Psychology of Time», en Simon Grondin (comp.), *Psychology of Time*, Bingley (Reino Unido), Emerald, 2008, págs. 345-366.
- «The Development of Children's Knowledge of Temporal Structure», *Child Development*, vol. 57, n.º 6, 1986, págs. 1.386-1.400.
- «The Development of Children's Knowledge of the Times of Future Events», *Child Development*, vol. 71, n.º 4, 2000, págs. 913-932.
- «The Development of Children's Understanding of Cyclic Aspects of Time», *Child Development*, vol. 48, n.º 4, 1977, págs. 1.593-1.599.
- «The Development of Infants' Perception of Arrows of Time», *Infant Behavior and Development*, vol. 19, suplemento 1, 1996, pág. 161.
- Friedman, William J., y Susan L. Brudos, «On Routes and Routines: The Early Development of Spatial and Temporal Representations», *Cognitive Development*, vol. 3, n.º 2, 1988, págs. 167-182.
- Galison, Peter L., *Einstein's Clocks and Poincaré's Maps: Empires of Time*, Nueva York, W. W. Norton, 2003. [Hay trad. en cast.: *Relojes de Einstein, mapas de Poincaré: los imperios del tiempo*, Barcelona, Crítica, 2005.]

- Galison, Peter L., y D. Graham Burnett, «Einstein, Poincaré and Modernity: A Conversation», *Time*, vol. 132, n.º 2, 2009, págs. 41-55.
- Gillings, Annabel, directora y productora, «Daytime», *Time*, episodio 1, BBC Four, emitido el 30 de julio de 2007.
- Granier-Deferre, Carolyn, Sophie Bassereau, Aurélie Ribeiro, Anne-Yvonne Jacquet y Anthony J. DeCasper, «A Melodic Contour Repeatedly Experienced by Human Near-Term Fetuses Elicits a Profound Cardiac Reaction One Month after Birth», *PloS One*, vol. 6, n.º 2, 2011, pág. e17.304.
- Green, Christopher D., y Ludy T. Benjamin, *Psychology Gets in the Game: Sport, Mind, and Behavior, 1880-1960*, Lincoln, University of Nebraska Press, 2009.
- Haggard, Patrick, Sam Clark y Jeri Kalogeras, «Voluntary Action and Conscious Awareness», *Nature Neuroscience*, vol. 5, n.º 4, 2002, págs. 382-385.
- Hale, Matthew, *Human Science and Social Order: Hugo Münsterberg and the Origins of Applied Psychology*, Filadelfia, Temple University Press, 1980.
- Helfrich, Hede, *Time and Mind II: Information Processing Perspectives*, Toronto, Hogrefe & Huber, 2003.
- Hoerl, Christoph, y Teresa McCormack, *Time and Memory: Issues in Philosophy and Psychology*, Oxford, Clarendon Press, 2001.
- James, William, *The Principles of Psychology*, Londres, Macmillan, 1901. [Hay trad. en cast.: *Principios de psicología*, México, Fondo de Cultura Económica, 1989.]
- Jenkins, Adrianna C., C. Neil Macrae y Jason P. Mitchell, «Repetition Suppression of Ventromedial Prefrontal Activity during Judgments of Self and Others», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 105, n.º 11, 2008, págs. 4.507-4.512.
- Karmarkar, Uma R., y Dean V. Buonomano, «Timing in the Absence of Clocks: Encoding Time in Neural Network States», *Neuron*, vol. 53, n.º 3, 2007, págs. 427-438.
- Kline, Keith A., y David M. Eagleman, «Evidence against the Temporal Subsampling Account of Illusory Motion Reversal», *Journal of Vision*, vol. 8, n.º 4, 2008, págs. 13.1-13.5.
- Kline, Keith A., Alex O. Holcombe y David M. Eagleman, «Illusory Motion Reversal Is Caused by Rivalry, Not by Perceptual Snapshots of the Visual

- Field», *Vision Research*, vol. 44, n.º 23, 2004, págs. 2.653-2.658.
- Kornspan, Alan S., «Contributions to Sport Psychology: Walter R. Miles and the Early Studies on the Motor Skills of Athletes», *Comprehensive Psychology*, vol. 3, n.º 1, artículo 17, 2014, págs. 1-11.
- Kreimeier, Klaus, y Annemone Ligensa (comps.), *Film 1900: Technology, Perception, Culture*, New Burnet (Reino Unido), John Libbey, 2009.
- Lejeune, Helga, y John H. Wearden, «Vierordt's "The Experimental Study of the Time Sense" (1868) and Its Legacy», *European Journal of Cognitive Psychology*, vol. 21, n.º 6, 2009, págs. 941-960.
- Levin, Harry, y Ann Buckler-Addis, *The Eye-Voice Span*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 1979.
- Lewkowicz, David J., «The Development of Intersensory Temporal Perception: An Epigenetic Systems/Limitations View», *Psychological Bulletin*, vol. 126, n.º 2, 2000, págs. 281-308.
- «Development of Multisensory Temporal Perception», en Micah M. Murray y Mark T. Wallace (comps.), *The Neural Bases of Multisensory Processes*, Boca Ratón (Florida), CRC Press/Taylor & Francis, 2012, págs. 325-344.
- «The Role of Temporal Factors in Infant Behavior and Development», en Iris Levin y Dan Zakay (comps.), *Time and Human Cognition*, Holanda Septentrional, Elsevier Science Publishers, 1989, págs. 1-43.
- Lewkowicz, David J., Irene Leo y Francesca Simion, «Intersensory Perception at Birth: Newborns Match Nonhuman Primate Faces and Voices», *Infancy*, vol. 15, n.º 1, 2010, págs. 46-60.
- Leyden, W. von, «History and the Concept of Relative Time», *History and Theory*, vol. 2, n.º 3, 1963, págs. 263-285.
- Lickliter, Robert, y Loraine E. Bahrck, «The Development of Infant Intersensory Perception: Advantages of a Comparative Convergent-Operations Approach», *Psychological Bulletin*, vol. 126, n.º 2, 2000, págs. 260-280.
- Matthews, William J., y Warren H. Meck, «Time Perception: The Bad News and the Good», *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, vol. 5, n.º 4, 2014, págs. 429-446.
- Matthews, William J., Devin B. Terhune, Hedderik van Rijn, David M. Eagleman, Marc A. Sommer y Warren H. Meck, «Subjective Duration as a

- Signature of Coding Efficiency: Emerging Links among Stimulus Repetition, Predictive Coding, and Cortical GABA Levels», *Timing & Time Perception Reviews*, vol. 1, n.º 5, 2014, págs. 1-5.
- Münsterberg, Hugo, y Allan Langdale, *Hugo Münsterberg on Film: The Photoplay: A Psychological Study, and Other Writings*, Nueva York, Routledge, 2002.
- Myers, Gerald E., «William James on Time Perception», *Philosophy of Science*, vol. 38, n.º 3, 1971, págs. 353-360.
- Neil, Patricia A., Christine Chee-Ruiter, Christian Scheier, David J. Lewkowicz y Shinsuke Shimojo, «Development of Multisensory Spatial Integration and Perception in Humans», *Developmental Science*, vol. 9, n.º 5, 2006, págs. 454-464.
- Nelson, Katherine, «Emergence of the Storied Mind», en *Language in Cognitive Development: The Emergence of the Mediated Mind*, Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press, 1996, págs. 183-291.
- «Emergence of Autobiographical Memory at Age 4», *Human Development*, vol. 35, n.º 3, 1992, págs. 172-177.
- Nichols, Herbert, *The Psychology of Time*, Nueva York, Henry Holt, 1891.
- Nijhawan, Romi, «Visual Prediction: Psychophysics and Neurophysiology of Compensation for Time Delays», *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 31, n.º 2, 2008, págs. 179-198; discusión págs. 198-239.
- Nijhawan, Romi, y Beena Khurana (comps.), *Space and Time in Perception and Action*, Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press, 2010.
- Pariyadath, Vani, y David M. Eagleman, «Brief Subjective Durations Contract with Repetition», *Journal of Vision*, vol. 8, n.º 16, 2008, págs. 1-6.
- «The Effect of Predictability on Subjective Duration», *PloS One*, vol. 2, n.º 11, 2007, pág. e1.264.
- Pariyadath, Vani, Mark H. Plitt, Sara J. Churchill y David M. Eagleman, «Why Overlearned Sequences Are Special: Distinct Neural Networks for Ordinal Sequences», *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 6, diciembre de 2012, págs. 1-9.
- Piaget, Jean, «Time Perception in Children», en Julius Thomas Fraser (comp.), *The Voices of Time: A Cooperative Survey of Man's Views of Time as*

- Expressed by the Sciences and by the Humanities*, Amherst (Massachusetts), University of Massachusetts Press, 1981, págs. 202-216.
- Platón, *Parmenides*, trad. por R. E. Allen, New Haven (Connecticut), Yale University Press, 1998. [Hay trad. en cast.: *Parménides*, Madrid, Alianza Editorial, 2015.]
- Pöppel, Ernst, «Lost in Time: A Historical Frame, Elementary Processing Units and the 3-Second Window», *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, vol. 64, n.º 3, 2004, págs. 295-301.
- *Mindworks: Time and Conscious Experience*, Boston, Harcourt Brace Jovanovich, 1988. [Hay trad. en cast.: *Los límites de la conciencia: realidad y percepción humana*, Barcelona, Galaxia Gutenberg - Círculo de Lectores, 1993.]
- Purves, Dale, Joseph A. Paydarfar y Timothy J. Andrews, «The Wagon Wheel Illusion in Movies and Reality», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 93, n.º 8, 1996, págs. 3.693-3.697.
- Richardson, Robert D., *William James: In the Maelstrom of American Modernism: A Biography*, Boston, Houghton Mifflin, 2006.
- Sacks, Oliver, «A Neurologist's Notebook: The Abyss», *The New Yorker*, 24 de septiembre de 2007, págs. 100-111.
- Schaffer, Simon, «Astronomers Mark Time: Discipline and the Personal Equation», *Science in Context*, vol. 2, n.º 1, 1988, págs. 115-145.
- Schmidgen, Henning, «Mind, the Gap: The Discovery of Physiological Time», en Klaus Kreimeier y Annemone Ligensa (comps.), *Film 1900: Technology, Perception, Culture*, New Burnet (Reino Unido), John Libbey, 2009, págs. 53-65.
- «Of Frogs and Men: The Origins of Psychophysiological Time Experiments, 1850-1865», *Endeavour*, vol. 26, n.º 4, 2002, págs. 142-148.
- «Time and Noise: The Stable Surroundings of Reaction Experiments, 1860-1890», *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, vol. 34, n.º 2, 2003, págs. 237-275.
- Scripture, Edward Wheeler, *Thinking Feeling Doing*, Meadville (Pensilvania), Flood and Vincent, 1895.

- Solnit, Rebecca, *River of Shadows: Eadweard Muybridge and the Technological Wild West*, Nueva York, Viking, 2003.
- VanRullen, Rufin, y Christof Koch, «Is Perception Discrete or Continuous?», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 7, n.º 5, 2003, págs. 207-213.
- Vatakis, Argiro, y Charles Spence, «Evaluating the Influence of the “Unity Assumption” on the Temporal Perception of Realistic Audiovisual Stimuli», *Acta Psychologica*, vol. 127, n.º 1, 2008, págs. 12-23.
- Wearing, Deborah, *Forever Today: A Memoir of Love and Amnesia*, Londres, Doubleday, 2005.
- «The Man Who Keeps Falling in Love with His Wife», *The Telegraph*, 12 de enero de 2005, <<http://www.telegraph.co.uk/news/health/3313452/The-man-who-keeps-falling-in-love-with-his-wife.html>>.
- Wojtach, William T., Kyongje Sung, Sandra Truong y Dale Purves, «An Empirical Explanation of the Flash-Lag Effect», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 105, n.º 42, 2008, págs. 16.338-16.343.
- Wundt, Wilhelm, *An Introduction to Psychology*, trad. por Rudolf Pinter, Londres, 1912. [Hay trad. en cast.: *Compendio de psicología*, Madrid, La España Moderna, 1902.]

Por qué el tiempo vuela

- Alexander, Iona, Alan Cowey y Vincent Walsh, «The Right Parietal Cortex and Time Perception: Back to Critchley and the Zeigler Phenomenon», *Cognitive Neuropsychology*, vol. 22, n.º 3, mayo de 2005, págs. 306-315.
- Allan, Lorraine, Peter D. Balsam, Russell Church y Herbert Terrace, «John Gibbon (1934- 2001) Obituary», *American Psychologist*, vol. 57, n.º 6-7, 2002, págs. 436-437.
- Allman, Melissa J., y Warren H. Meck, «Pathophysiological Distortions in Time Perception and Timed Performance», *Brain*, vol. 135, n.º 3, 2012, págs. 656-677.
- Allman, Melissa J., Sundeep Teki, Timothy D. Griffiths y Warren H. Meck, «Properties of the Internal Clock: First- and Second- Order Principles of Subjective Time», *Annual Review of Psychology*, vol. 65, 2014, págs. 743-771.
- Angrilli, Alessandro, Paolo Cherubini, Antonella Pavese y Sara Manfredini, «The Influence of Affective Factors on Time Perception», *Perception & Psychophysics*, vol. 59, n.º 6, 1997, págs. 972- 982.
- Arantes, Joana, Mark E. Berg y John H. Wearden, «Females' Duration Estimates of Briefly-Viewed Male, but Not Female, Photographs Depend on Attractiveness», *Evolutionary Psychology*, vol. 11, n.º 1, 2013, págs. 104-119.
- Arstila, Valterri, *Subjective Time: The Philosophy, Psychology, and Neuroscience of Temporality*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 2014.
- Baer, Karl Ernst von, «Welche Auffassung der lebenden Natur ist die richtige? und Wie ist diese Auffassung auf die Entomologie anzuwenden?», discurso en San Petersburgo, 1860, comp. por H. Schmitzdorff, San Petersburgo, Verlag der Kaiser, Hofbuchhandl, 1864, págs. 237-284.
- Battelli, Lorella, Vincent Walsh, Alvaro Pascual-Leone y Patrick Cavanagh, «The “When” Parietal Pathway Explored by Lesion Studies», *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 18, n.º 2, 2008, págs. 120-126.
- Bauer, Patricia J., *Remembering the Times of Our Lives: Memory in Infancy and Beyond*, Mahwah (Nueva Jersey), Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

- Baum, Steve K., Russell L. Boxley y Marcia Sokolowski, «Time Perception and Psychological Well-Being in the Elderly», *Psychiatric Quarterly*, vol. 56, n.º 1, 1984, págs. 54-60.
- Belot, Michèle, Vincent P. Crawford y Cecilia Heyes, «Players of Matching Pennies Automatically Imitate Opponents' Gestures Against Strong Incentives», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 110, n.º 8, 2013, págs. 2.763-2.768.
- Bergson, Henri, *An Introduction to Metaphysics: The Creative Mind*, Totowa (Nueva Jersey), Littlefield, Adams, 1975. [Hay trad. en cast.: *Introducción a la metafísica y la intuición filosófica*, Buenos Aires, Siglo Veinte, 1966.]
- Blewett, Andrew E., «Abnormal Subjective Time Experience in Depression», *British Journal of Psychiatry*, vol. 161, n.º 2, agosto de 1992, págs. 195-200.
- Block, Richard A., y Dan Zakay, «Timing and Remembering the Past, the Present, and the Future», en Simon Grondin (comp.), *Psychology of Time*, Bingley (Reino Unido), Emerald, 2008, págs. 367-394.
- Brand, Matthias, Esther Fujiwara, Elke Kalbe, Hans-Peter Steingass, Josef Kessler y Hans J. Markowitsch, «Cognitive Estimation and Affective Judgments in Alcoholic Korsakoff Patients», *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, vol. 25, n.º 3, 2003, págs. 324-334.
- Bschor, Tom, Marcus Ising, Michael Bauer, Ute Lewitzka, Marc Skerstueit, Bruno Müller-Oerlinghausen y Christopher Baethge, «Time Experience and Time Judgment in Major Depression, Mania and Healthy Subjects: A Controlled Study of 93 Subjects», *Acta Psychiatrica Scandinavica*, vol. 109, n.º 3, 2004, págs. 222-229.
- Buetti, Domenica, y Vincent Walsh, «The Parietal Cortex and the Representation of Time, Space, Number and Other Magnitudes», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 364, n.º 1.525, 2009, págs. 1.831-1.840.
- Buhusi, Catalin V., y Warren H. Meck, «Relative Time Sharing: New Findings and an Extension of the Resource Allocation Model of Temporal Processing», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 364, n.º 1.525, 2009, págs. 1.875-1.885.
- Church, Russell M., «A Tribute to John Gibbon», *Behavioural Processes*, vol. 57, n.º 2-3, 2002, págs. 261-274.

- Church, Russell M., Warren H. Meck y John Gibbon, «Application of Scalar Timing Theory to Individual Trials», *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes*, vol. 20, n.º 2, 1994, págs. 135-155.
- Conway III, Lucian Gideon, «Social Contagion of Time Perception», *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 40, n.º 1, 2004, págs. 113-120.
- Coull, Jennifer T., y Anna Christina Nobre, «Where and When to Pay Attention: The Neural Systems for Directing Attention to Spatial Locations and to Time Intervals as Revealed by Both PET and fMRI», *Journal of Neuroscience*, vol. 18, n.º 18, 1998, págs. 7.426-7.435.
- Coull, Jennifer T., Franck Vidal, Bruno Nazarian y Françoise Macar, «Functional Anatomy of the Attentional Modulation of Time Estimation», *Science*, vol. 303, n.º 5.663, 2004, págs. 1.506- 1.508.
- Craig, Arthur DeWitt, «Human Feelings: Why Are Some More Aware than Others?», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 8, n.º 6, 2004, págs. 239-241.
- Crystal, Jonathon D., «Animal Behavior: Timing in the Wild», *Current Biology*, vol. 16, n.º 7, 2006, págs. R252-R253,
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16581502>>.
- Dennett, Daniel C., «The Self as a Responding —and Responsible— Artifact», *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1.001, 2003, págs. 39-50.
- Droit-Volet, Sylvie, «Child and Time», en *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6789 LNAI, 2011, págs. 151-172.
- Droit-Volet, Sylvie, Sophie Brunot y Paula Niedenthal, «Perception of the Duration of Emotional Events», *Cognition and Emotion*, vol. 18, n.º 6, 2004, págs. 849-858.
- Droit-Volet, Sylvie, Sophie L. Fayolle y Sandrine Gil, «Emotion and Time Perception: Effects of Film-Induced Mood», *Frontiers in Integrative Neuroscience*, vol. 5, agosto de 2011, págs. 1-9.
- Droit-Volet, Sylvie, y Sandrine Gil, «The Time-Emotion Paradox», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 364, n.º 1.525, 2009, págs. 1.943-1.953.
- Droit-Volet, Sylvie, y Warren H. Meck, «How Emotions Colour Our Perception of Time», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 11, n.º 12, 2007, págs. 504-513.

- Droit-Volet, Sylvie, Danilo Ramos, José L. O. Bueno y Emmanuel Bigand, «Music, Emotion, and Time Perception: The Influence of Subjective Emotional Valence and Arousal?», *Frontiers in Psychology*, vol. 4, julio de 2013, págs. 1-12.
- Effron, Daniel A., Paula M. Niedenthal, Sandrine Gil y Sylvie Droit-Volet, «Embodied Temporal Perception of Emotion», *Emotion*, vol. 6, n.º 1, 2006, págs. 1-9.
- Fraisse, Paul, «Perception and Estimation of Time», *Annual Review of Psychology*, vol. 35, n.º 1, febrero de 1984, págs. 1-36.
- *The Psychology of Time*, Nueva York, Harper & Row, 1963.
- Fraser, Julius Thomas, *Time and Mind: Interdisciplinary Issues*, Madison (Connecticut), International Universities Press, 1989.
- *Time, the Familiar Stranger*, Amherst (Massachusetts), University of Massachusetts Press, 1987.
- Fraser, Julius Thomas, Francis C. Haber y G. H. Müller, *The Study of Time: Proceedings of the First Conference of the International Society for the Study of Time, Oberwolfach (Black Forest), West Germany*, Berlín, Springer-Verlag, 1972.
- Fraser, Julius Thomas (comp.), *The Voices of Time. A Cooperative Survey of Man's Views of Time as Expressed by the Sciences and by the Humanities*, Nueva York, George Braziller, 1966.
- Friedman, William J., y Steve M. J. Janssen, «Aging and the Speed of Time», *Acta Psychologica*, vol. 134, n.º 2, 2010, págs. 130-141.
- Gallant, Roy, Tara Fedler y Kim A. Dawson, «Subjective Time Estimation and Age», *Perceptual and Motor Skills*, vol. 72, n.º 3 supl., junio de 1991, págs. 1.275-1.280.
- Gibbon, John, «Scalar Expectancy Theory and Weber's Law in Animal Timing», *Psychological Review*, vol. 84, n.º 3, 1977, págs. 279-325.
- Gibbon, John, y Russell M. Church, «Representation of Time», *Cognition*, vol. 37, n.º 1-2, 1990, págs. 23-54.
- Gibbon, John, Russell M. Church y Warren H. Meck, «Scalar Timing in Memory», *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 423, mayo de 1984, págs. 52-77.

- Gibbon, John, Chara Malapani, Corby L. Dale y Charles R. Gallistel, «Toward a Neurobiology of Temporal Cognition: Advances and Challenges», *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 7, n.º 2, 1997, págs. 170-184.
- Gibson, James J., «Events Are Perceivable but Time Is Not», en Julius Thomas Fraser y Nathaniel Morris Lawrence (comps.), *The Study of Time II: Proceedings of the Second Conference of the International Society for the Study of Time, Lake Yamanaka, Japan*, Nueva York, Springer-Verlag, págs. 295-301.
- Gil, Sandrine, Sylvie Rousset y Sylvie Droit-Volet, «How Liked and Disliked Foods Affect Time Perception», *Emotion* (Washington D. C.), vol. 9, n.º 4, 2009, págs. 457-463.
- Gooddy, William, «Disorders of the Time Sense», en Pierre J. Vinken y George W. Bruyn (comps.), *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 3, Ámsterdam, North Holland Publishing, 1969, págs. 229-250.
- *Time and the Nervous System*, Nueva York, Praeger, 1988.
- Grondin, Simon, «From Physical Time to the First and Second Moments of Psychological Time», *Psychological Bulletin*, vol. 127, n.º 1, 2001, págs. 22-44.
- *Psychology of Time*, Bingley (Reino Unido), Emerald, 2008.
- Gruber, Ronald P., y Richard A. Block, «Effect of Caffeine on Prospective and Retrospective Duration Judgements», *Human Psychopharmacology*, vol. 18, n.º 15, 2003, págs. 351-359.
- Gu, Bon-Mi, Mark Laubach y Warren H. Meck, «Oscillatory Mechanisms Supporting Interval Timing and Working Memory in Prefrontal-Striatal-Hippocampal Circuits», *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, vol. 48, 2015, págs. 160-185.
- Heidegger, Martin, *The Concept of Time*, trad. por William McNeill, Oxford (Reino Unido), B. Blackwell, 1992. [Hay trad. en cast.: *El concepto de tiempo*, Barcelona, Herder, 2008.]
- Henderson, Jonathan, T. Andrew Hurly, Melissa Bateson y Susan D. Healy, «Timing in Free-Living Rufous Hummingbirds, *Selasphorus rufus*», *Current Biology*, vol. 16, n.º 5, 7 de marzo de 2006, págs. 512-515.
- Hicks, Robert E., George W. Miller y Marcel Kinsbourne, «Prospective and Retrospective Judgments of Time as a Function of Amount of Information

- Processed», *American Journal of Psychology*, vol. 89, n.º 4, 1976, págs. 719-730.
- Hoagland, Hudson, «Some Biochemical Considerations of Time», en Julius Thomas Fraser (comp.), *The Voices of Time: A Cooperative Survey of Man's Views of Time as Expressed by the Sciences and by the Humanities*, Nueva York, George Braziller, 1966, págs. 321-322.
- «The Physiological Control of Judgments of Duration: Evidence for a Chemical Clock», *Journal of General Psychology*, vol. 9, n.º 2, diciembre de 1933, págs. 267-287.
- Hopfield, John J., y Carlos D. Brody, «What Is a Moment? “Cortical” Sensory Integration over a Brief Interval», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 97, n.º 25, 2000, págs. 13.919-13.924.
- Ivry, Richard B., y John E. Schlerf, «Dedicated and Intrinsic Models of Time Perception», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 12, n.º 7, 2008, págs. 273-280.
- Jacobson, Gilad A., Dan Rokni y Yosef Yarom, «A Model of the Olivocerebellar System as a Temporal Pattern Generator», *Trends in Neurosciences*, vol. 31, n.º 12, 2014, págs. 617-619.
- Janssen, Steve M. J., William J. Friedman y Makiko Naka, «Why Does Life Appear to Speed Up as People Get Older?», *Time and Society*, vol. 22, n.º 2, 2013, págs. 274-290.
- Jin, Dezhe Z., Naotaka Fujii y Ann M. Graybiel, «Neural Representation of Time in Cortico-Basal Ganglia Circuits», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 106, n.º 45, 2009, págs. 19.156-19.161.
- Jones, Luke A., Clare S. Allely y John H. Wearden, «Click Trains and the Rate of Information Processing: Does “Speeding Up” Subjective Time Make Other Psychological Processes Run Faster?», *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 64, n.º 2, 2011, págs. 363-380.
- Joubert, Charles E., «Structured Time and Subjective Acceleration of Time», *Perceptual and Motor Skills*, vol. 59, n.º 1, 1984, págs. 335-336.
- «Subjective Acceleration of Time: Death Anxiety and Sex Differences», *Perceptual and Motor Skills*, vol. 57, n.º 1, agosto de 1983, págs. 49-50.

- «Subjective Expectations of the Acceleration of Time with Aging», *Perceptual and Motor Skills*, vol. 70, n.º 1, febrero de 1990, pág. 334.
- Lamotte, Mathilde, Marie Izaute y Sylvie Droit-Volet, «Awareness of Time Distortions and Its Relation with Time Judgment: A Metacognitive Approach», *Consciousness and Cognition*, vol. 21, n.º 2, 2012, págs. 835-842.
- Lejeune, Helga, y John H. Wearden, «Vierordt's "The Experimental Study of the Time Sense" (1868) and Its Legacy», *European Journal of Cognitive Psychology*, vol. 21, n.º 6, 2009, págs. 941-960.
- Lemlich, Robert, «Subjective Acceleration of Time with Aging», *Perceptual and Motor Skills*, vol. 41, mayo de 1975, págs. 235-238.
- Lewis, Penelope A., y R. Chris Miall, «The Precision of Temporal Judgement: Milliseconds, Many Minutes, and Beyond», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 364, n.º 1.525, 2009, págs. 1.897-1.905.
- «Remembering the Time: A Continuous Clock», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 10, n.º 9, 2006, págs. 401-406.
- Lewis, Penelope A., y Vincent Walsh, «Neuropsychology: Time out of Mind», *Current Biology*, vol. 12, n.º 1, 2002, págs. 12-14.
- Lui, Ming Ann, Trevor B. Penney y Annett Schirmer, «Emotion Effects on Timing: Attention versus Pacemaker Accounts», *PLoS ONE*, vol. 6, n.º 7, 2011, pág. e21829.
- Lustig, Cindy, Matthew Matell y Warren H. Meck, «Not "Just" a Coincidence: Frontal-Striatal Interactions in Working Memory and Interval Timing», *Memory*, vol. 13, n.º 3-4, 2005, págs. 441-448.
- MacDonald, Christopher J., Norbert J. Fortin, Shogo Sakata y Warren H. Meck, «Retrospective and Prospective Views on the Role of the Hippocampus in Interval Timing and Memory for Elapsed Time», *Timing & Time Perception*, vol. 2, n.º 1, 2014, págs. 51-61.
- Matell, Matthew S., Melissa Bateson y Warren H. Meck, «Single-Trials Analyses Demonstrate That Increases in Clock Speed Contribute to the Methamphetamine-Induced Horizontal Shifts in Peak-Interval Timing Functions», *Psychopharmacology*, vol. 188, n.º 2, 2006, págs. 201-212.
- Matell, Matthew S., George R. King y Warren H. Meck, «Differential Modulation of Clock Speed by the Administration of Intermittent versus

- Continuous Cocaine», *Behavioral Neuroscience*, vol. 118, n.º 1, 2004, págs. 150-156.
- Matell, Matthew S., Warren H. Meck y Miguel A. L. Nicolelis, «Integration of Behavior and Timing: Anatomically Separate Systems or Distributed Processing?», en Warren H. Meck (comp.), *Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing*, Boca Ratón (Florida), CRC Press, 2003, págs. 371-391.
- Matthews, William J., «Time Perception: The Surprising Effects of Surprising Stimuli», *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 144, n.º 1, 2015, págs. 172-197.
- Matthews, William J., y Warren H. Meck, «Time Perception: The Bad News and the Good», *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, vol. 5, n.º 4, 2014, págs. 429-446.
- Matthews, William J., Neil Stewart y John H. Wearden, «Stimulus Intensity and the Perception of Duration», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 37, n.º 1, 2011, págs. 303-313.
- Mauk, Michael D., y Dean V. Buonomano, «The Neural Basis of Temporal Processing», *Annual Review of Neuroscience*, vol. 27, enero de 2004, págs. 307-340.
- McInerney, Peter K., *Time and Experience*, Filadelfia, Temple University Press, 1991.
- Meck, Warren H., «Neuroanatomical Localization of an Internal Clock: A Functional Link Between Mesolimbic, Nigrostriatal, and Mesocortical Dopaminergic Systems», *Brain Research*, vol. 1.109, n.º 1, 2006, págs. 93-107.
- «Neuropsychology of Timing and Time Perception», *Brain and Cognition*, vol. 58, n.º 1, 2005, págs. 1-8.
- Meck, Warren H., y Richard B. Ivry, «Editorial Overview: Time in Perception and Action», *Current Opinion in Behavioral Sciences*, vol. 8, 2016, págs. vi-x.
- Merchant, Hugo, Deborah L. Harrington y Warren H. Meck, «Neural Basis of the Perception and Estimation of Time», *Annual Review of Neuroscience*, vol. 36, junio de 2013, págs. 313- 336.

- Michon, John A., «Guyau's Idea of Time: A Cognitive View», en John A. Michon, Viviane Pouthas y Janet L. Jackson (comps.), *Guyau and the Idea of Time*, Ámsterdam, North-Holland Publishing, 1988, págs. 161-197.
- Mitchell, Stephen A., *Relational Concepts in Psychoanalysis: An Integration*, Cambridge, Harvard University Press, 1988. [Hay trad. en cast.: *Conceptos relacionales en el psicoanálisis: una integración*, México, Siglo XXI, 1993.]
- Naber, Marnix, Maryam Vaziri Pashkam y Ken Nakayama, «Unintended Imitation Affects Success in a Competitive Game», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 110, n.º 50, 2012, págs. 20.046-20.050.
- Nather, Francisco C., José L. O. Bueno, Emmanuel Bigand y Sylvie Droit-Volet, «Time Changes with the Embodiment of Another's Body Posture», *PloS One*, vol. 6, n.º 5, 2011, pág. e19818.
- Nather, Francisco Carlos, y José L. O. Bueno, «Timing Perception in Paintings and Sculptures of Edgar Degas», *KronoScope*, vol. 12, n.º 1, 2012, págs. 16-30.
- Nather, Francisco Carlos, Paola Alarcon Monteiro Fernandes y José L. O. Bueno, «Timing Perception Is Affected by Cubist Paintings Representing Human Figures», *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics*, vol. 28, 2012, págs. 292-297.
- Nelson, Katherine, «Emergence of Autobiographical Memory at Age 4», *Human Development*, vol. 35, n.º 3, 1992, págs. 172-177.
- *Narratives from the Crib*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1989.
- *Young Minds in Social Worlds: Experience, Meaning, and Memory*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 2007.
- Noulhiane, Marion, Viviane Pouthas, Dominique Hasboun, Michel Baulac y Séverine Samson, «Role of the Medial Temporal Lobe in Time Estimation in the Range of Minutes», *Neuroreport*, vol. 18, n.º 10, 2007, págs. 1.035-1.038.
- Ogden, Ruth S., «The Effect of Facial Attractiveness on Temporal Perception», *Cognition and Emotion*, vol. 27, n.º 7, 2013, págs. 1.292-1.304.
- Oprisan, Sorinel A., y Catalin V. Buhusi, «Modeling Pharmacological Clock and Memory Patterns of Interval Timing in a Striatal Beat-Frequency Model with

- Realistic, Noisy Neurons», *Frontiers in Integrative Neuroscience*, vol. 5, n.º 52, 23 de septiembre de 2011.
- Ovsiew, Fred, «The *Zeitraffer* Phenomenon, Akinetopsia, and the Visual Perception of Speed of Motion: A Case Report», *Neurocase*, vol. 20, n.º 3, junio de 2014, págs. 269-272.
- Perbal, Séverine, Josette Couillet, Philippe Azouvi y Viviane Pouthas, «Relationships between Time Estimation, Memory, Attention, and Processing Speed in Patients with Severe Traumatic Brain Injury», *Neuropsychologia*, vol. 41, n.º 12, 2003, págs. 1.599-1.610.
- Pöppel, Ernst, «Time Perception», en Richard Held, Herschel W. Leibowitz y Hans-Lukas Teubner (comps.), *Handbook of Sensory Physiology*, vol. 8, *Perception*, Berlín, Springer-Verlag, 1978, págs. 713-729.
- Pouthas, Viviane, y Séverine Perbal, «Time Perception Depends on Accurate Clock Mechanisms as Well as Unimpaired Attention and Memory Processes», *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, vol. 64, n.º 3, 2004, págs. 367-385.
- Rammsayer, Thomas H., «Neuropharmacological Evidence for Different Timing Mechanisms in Humans», *Quarterly Journal of Experimental Psychology. Section B: Comparative and Physiological Psychology*, vol. 52, n.º 3, 1999, págs. 273-286.
- Roecklein, Jon E., *The Concept of Time in Psychology: A Resource Book and Annotated Bibliography*, Westport (Connecticut), Greenwood Press, 2000.
- Sackett, Aaron M., Tom Meyvis, Leif D. Nelson, Benjamin A. Converse y Anna L. Sackett, «You're Having Fun When Time Flies: The Hedonic Consequences of Subjective Time Progression», *Psychological Science*, vol. 21, n.º 1, 2010, págs. 111-117.
- Schirmer, Annett, «How Emotions Change Time», *Frontiers in Integrative Neuroscience*, vol. 5, 5 de octubre de 2011, págs. 1-6.
- Schirmer, Annett, Warren H. Meck y Trevor B. Penney, «The Socio-Temporal Brain: Connecting People in Time», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 20, n.º 10, 2016, págs. 760-772.
- Schirmer, Annett, Tabitha Ng, Nicolas Escoffier y Trevor B. Penney, «Emotional Voices Distort Time: Behavioral and Neural Correlates», *Timing & Time Perception*, vol. 4, n.º 1, 2016, págs. 79-98.

- Schuman, Howard, y Willard L. Rogers, «Cohorts, Chronology, and Collective Memory», *Public Opinion Quarterly*, vol. 68, n.º 2, 2004, págs. 217-254.
- Schuman, Howard, y Jacqueline Scott, «Generations and Collective Memories», *American Sociological Review*, vol. 54, n.º 3, 1989, págs. 359-381.
- Suddendorf, Thomas, «Mental Time Travel in Animals?», *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 7, n.º 9, 2003, págs. 391-396.
- Suddendorf, Thomas, y Michael C. Corballis, «The Evolution of Foresight: What Is Mental Time Travel, and Is It Unique to Humans?», *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 30, n.º 3, 2007, págs. 299-313; discusión págs. 313-351.
- Swanton, Dale N., Cynthia M. Gooch y Matthew S. Matell, «Averaging of Temporal Memories by Rats», *Journal of Experimental Psychology*, vol. 35, n.º 3, 2009, págs. 434-439.
- Tipples, Jason, «Time Flies When We Read Taboo Words», *Psychonomic Bulletin and Review*, vol. 17, n.º 4, 2010, págs. 563-568.
- Treisman, Michel, «The Information-Processing Model of Timing (Treisman, 1963): Its Sources and Further Development», *Timing & Time Perception*, vol. 1, n.º 2, 2013, págs. 131-158.
- Tuckman, Jacob, «Older Persons' Judgment of the Passage of Time over the Life-Span», *Geriatrics*, vol. 20, n.º 2, febrero de 1965, págs. 136-140.
- Walker, James L., «Time Estimation and Total Subjective Time», *Perceptual and Motor Skills*, vol. 44, n.º 2, 1977, págs. 527-532.
- Wallach, Michael A., y Leonard R. Green, «On Age and the Subjective Speed of Time», *Journal of Gerontology*, vol. 16, n.º 1, 1961, págs. 71-74.
- Wearden, John H., «Applying the Scalar Timing Model to Human Time Psychology: Progress and Challenges», en Hede Helfrich (comp.), *Time and Mind II: Information Processing Perspectives*, Cambridge (Massachusetts), Hogrefe & Huber, 2003, págs. 21-29.
- «“Beyond the Fields We Know...”: Exploring and Developing Scalar Timing Theory», *Behavioural Processes*, vol. 45, n.º 1-3, abril de 1999, págs. 3-21.
- «“From That Paradise...”: The Golden Anniversary of Timing», *Timing & Time Perception*, vol. 1, n.º 2, 2013, págs. 127-130.
- «Internal Clocks and the Representation of Time», en Christoph Hoerl y Teresa McCormack (comps.), *Time and Memory: Issues in Philosophy and Psychology*, Oxford, Clarendon Press, 2001, págs. 37-58.

- *The Psychology of Time Perception*, Londres, Palgrave Macmillan, 2016.
- «Slowing Down an Internal Clock: Implications for Accounts of Performance on Four Timing Tasks», *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 61, n.º 2, 2008, págs. 263-274.
- Wearden, John H., Helen Edwards, Mariam Fakhri y Andrew Percival, «Why “Sounds Are Judged Longer than Lights”: Application of a Model of the Internal Clock in Humans», *Quarterly Journal of Experimental Psychology. Section B: Comparative and Physiological Psychology*, vol. 51, n.º 2, 1998, págs. 97-120.
- Wearden, John H., y Luke A. Jones, «Is the Growth of Subjective Time in Humans a Linear or Nonlinear Function of Real Time?», *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 60, n.º 9, 2006, págs. 1.289-1.302.
- Wearden, John H., y Helga Lejeune, «Scalar Properties in Human Timing: Conformity and Violations», *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 61, n.º 4, 2008, págs. 569-587.
- Wearden, John H., y Bairbre McShane, «Interval Production as an Analogue of the Peak Procedure: Evidence for Similarity of Human and Animal Timing Processes», *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 40, n.º 4, 1988, págs. 363-375.
- Wearden, John H., Roger Norton, Simon Martin y Oliver Montford-Bebb, «Internal Clock Processes and the Filled-Duration Illusion», *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, vol. 33, n.º 3, 2007, págs. 716-729.
- Wearden, John H., e Ian S. Penton-Voak, «Feeling the Heat: Body Temperature and the Rate of Subjective Time, Revisited», *Quarterly Journal of Experimental Psychology. Section B: Comparative and Physiological Psychology*, vol. 48, n.º 2, 1995, págs. 129-141.
- Wearden, John H., James H. Smith-Spark, Rosanna Cousins y Nicola M. J. Edelmeyer, «Stimulus Timing by People with Parkinson’s Disease», *Brain and Cognition*, vol. 67, n.º 3, 2008, págs. 264-279.
- Wearden, John H., Alison J. Wearden y Patrick M. A. Rabbitt, «Age and IQ Effects on Stimulus and Response Timing», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 23, n.º 4, 1997, págs. 962-979.

- Wiener, Martin, Christopher M. Magaro y Matthew S. Matell, «Accurate Timing but Increased Impulsivity Following Excitotoxic Lesions of the Subthalamic Nucleus», *Neuroscience Letters*, vol. 440, n.º 2, 2008, págs. 176-180.
- Wittmann, Marc, Olivia Carter, Felix Hasler, B. Rael Cahn, Ulrike Grimberg, Philipp Spring, Daniel Hell, Hans Flohr y Franz X. Vollenweider, «Effects of Psilocybin on Time Perception and Temporal Control of Behaviour in Humans», *Journal of Psychopharmacology*, vol. 21, n.º 1, 2007, págs. 50-64.
- Wittmann, Marc, y Sandra Lehnhoff, «Age Effects in Perception of Time», *Psychological Reports*, vol. 97, n.º 3, 2005, págs. 921-935.
- Wittmann, Marc, David S. Leland, Jan Churan y Martin P. Paulus, «Impaired Time Perception and Motor Timing in Stimulant- Dependent Subjects», *Drug and Alcohol Dependence*, vol. 90, n.º 2-3, 2007, págs. 183-192.
- Wittmann, Marc, Alan N. Simmons, Jennifer L. Aron y Martin P. Paulus, «Accumulation of Neural Activity in the Posterior Insula Encodes the Passage of Time», *Neuropsychologia*, vol. 48, n.º 10, 2010, págs. 3.110-3.120.
- Wittmann, Marc, y Virginie van Wassenhove, «The Experience of Time: Neural Mechanisms and the Interplay of Emotion, Cognition and Embodiment», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 364, n.º 1.525, 2009, págs. 1.809-1.813.
- Wittmann, Marc, David S. Leland, Jan Churan y Martin P. Paulus, «Impaired Time Perception and Motor Timing in Stimulant-Dependent Subjects», *Drug and Alcohol Dependence*, vol. 90, n.º 2-3, 2007, págs. 183-192.
- Wittmann, Marc, Tanja Vollmer, Claudia Schweiger y Wolfgang Hiddemann, «The Relation between the Experience of Time and Psychological Distress in Patients with Hematological Malignancies», *Palliative & Supportive Care*, vol. 4, n.º 4, 2006, págs. 357-363.

- * «*Time flowing in the middle of the night / And all things creeping to a day of doom*», versos del poema *The Mystic* de Alfred Tennyson. (N. del t.)