

EL CEREBRO Y EL TIEMPO

Dalton no veía los colores cuando, sin embargo, pudo formular su teoría atómica; Beethoven era sordo cuando compuso sus últimas sinfonías; Borges era ciego cuando escribió sus últimos poemas. Pero si en lugar de perder esos sentidos hubieran perdido el “sentido temporal” no sólo habrían sido incapaces de alcanzar dichas proezas; habrían quedado completamente locos al incapacitarse para captar una realidad integrada. ¿Qué es entonces el “sentido temporal”? ¿Qué relación tiene con el cerebro?

El “sentido temporal”

Para decidir dónde instalar una tienda de campaña, el cerebro la imagina en diversas situaciones *futuras*: a merced de rocas que podrían desprenderse y aplastarla, vientos que podrían volarla, fuegos que podrían incendiarla, animales que podrían invadirla, marejadas que podrían inundarla. Por eso la capacidad de hacer modelos mentales dinámicos (en función del tiempo) de la realidad ayuda a sobrevivir.

El cerebro puede también usar esa dinámica mental en reversa: si se entera que el fuego está apagado pero la llave está abierta, huele a gas y la leche está derramada sobre la hornilla, genera un modelo de lo sucedido en el pasado que explique la situación actual.

Además, el cerebro es capaz de reducir dinámicas reales a dinámicas mentales. Por ejemplo, puede imaginar lo sucedido en el Universo desde la Gran Explosión (miles de millones de años), o pensar detenidamente fenómenos tan rápidos como la fosforilación de la glucosa (millonésimas de millonésimas de segundo).

También es capaz de comparar dinámicas y actuar en consecuencia. El de Maradona integra casi instintivamente el avance de sus compañeros, el desplazamiento de los zagueros, la posibilidad de un fuera de lugar, y envía la pelota a donde *todavía* no hay ningún jugador, pero...

Una ventaja decisiva surge del hecho de que, cuando ve nubes antes de la lluvia, germinación después de enterrar una semilla, crecimiento si la riega, curación si lava su herida, malestar si come cierta planta, trata de reemplazar las secuencias temporales por relaciones de causa-efecto y luego con “razones” de por qué una cosa sucede a la otra.

La evolución ha ido seleccionando organismos con mejor sentido temporal y por eso estamos aquí

Puesto que el “sentido temporal” permite hacer modelos dinámicos de la realidad y éstos otorgan ventajas, la Evolución fue favoreciendo a los organismos que tenían mejor “sentido temporal”, hasta que, al llegar el momento de generar al ser humano, tenía los recursos para dotarlo de un cerebro capaz de pensar dinámicamente, encontrar cadenas causales, comparar sistemas con dinámicas diversas y encontrar intersecciones, transformar velocidades reales en velocidades mentales que permiten pensar razonadamente. Además, el “sentido temporal” permite tener identidad, darse cuenta de que uno permanece a través de cambios sobreenvidados en el medio y en uno mismo.

¿Cómo hizo la Evolución para ir atesorando sus logros y construir organismos con un “sentido temporal” cada vez mejor?

Para evitar largas disquisiciones sólo mencionaremos algunos ejemplos a distintas alturas evolutivas. A pesar de contar con una sola célula, el plasmodio que produce malaria es capaz de “elegir” el atardecer para invadir la sangre de la persona infectada, momento en que tiene mayor probabilidad de que ésta sea picada por mosquitos que lo propagan a otras víctimas. Las mosquitos drosófilas presentan fenómenos cíclicos aun en plena obscuridad, situación en que no pueden ser orientadas por la intermitencia día/noche/día/noche. Los vertebrados, además de presentar manifestaciones orgánicas temporales, tales como oleadas de división celular, movi-

mientos intestinales periódicos, latidos cardiacos, ciclos sueño/vigilia y periodicidades sexuales, tienen un cerebro suficientemente avanzado como para medir el tiempo. Así, si se toca un timbre y, veinte minutos después se le da comida, un perro acaba por esperar ese lapso después del timbre antes de segregar saliva.

Se han encontrado genes encargados de producir metabolitos-señales y vertirlos a la sangre en forma periódica, y otros que actúan en forma calendárica, es decir, no cíclica, pero sí asociada a cierto momento de la vida. Por supuesto, esos genes están emparentados con los que controlan el desarrollo de un corazón que late una vez por segundo, un tubo digestivo que mueve sus contenidos en sincronidad con la secreción de enzimas digestivas, y coordinan fenómenos tales como denticiones, menstruaciones, hibernaciones, migraciones, menopausias.

Esos controles suelen estar en varios niveles de la organización biológica. Los más altos consisten en núcleos cerebrales, que son centros en los que se asientan los cuerpos de las células nerviosas, que envían desde allí fibras a neuronas ubicadas en otros centros y construyen así complejísimos circuitos. Parte de la investigación de la fisiología nerviosa, consiste en destruir experimentalmente alguno de estos centros en el cerebro de los animales, ver qué alteraciones ocasiona, y compararlo con lo observado en pacientes que tienen esos mismos centros dañados por afecciones o accidentes. Así se han ido encontrando núcleos relacionados con la secreción de hormonas, la presión arterial, la respiración, la agresividad, el sueño, la sed, la regulación térmica. Pues bien, con el mismo recurso se han encontrado centros nerviosos cuya destrucción altera las conductas cíclicas del organismo, como si se tratara de piezas cruciales del precioso reloj biológico.

El "sentido temporal" parece asentarse en el cerebro

Gracias a ese "sentido temporal" podemos aburrirnos en la sala de *Frida Kahlo*.

espera donde no sucede nada y a la que hemos olvidado llevar reloj. Los endocrinólogos tratan de descubrir la forma en que las hormonas afectan el "sentido temporal". Ese "sentido" depende también del metabolismo del cerebro; si se acelera por la fiebre o por la administración de tiroxina, podremos impacientarnos porque funcionaremos más rápidamente. Cuando se les pide que estimen la duración de un minuto sin mirar el reloj, los hipertiróideos dicen "ya" en apenas treinta segundos. Los psicólogos tratan de entender por qué nos parece que diez minutos en el sillón del dentista transcurren muchísimo más lentamente que cuando hacemos el amor.

Los investigadores del "sentido temporal" hacen cosas muy entretenidas. Por ejemplo, le ponen a uno un par de audífonos, le envían dos sonidos sucesivos y distintos (por ejemplo uno agudo y otro grave) y le



preguntan cuántos fueron. "Dos, por supuesto." ¿Cuál fue primero?: "El agudo ¡qué duda cabe!" Pero si los envían muy juntitos, separados por, digamos, apenas tres milisegundos, uno cree haber escuchado uno sólo. Recién cuando los separan 30 mseg se pueden escuchar dos, por lo que afirman que el "ahora" mental dura 30 mseg: todo lo que ocurra en ese lapso será considerado como simultáneo. Enviados en cambio a más de 30 mseg entre uno y otro, podremos decir que fueron dos. Pero ¿cuál fue primero, el agudo o el grave? Misterio. Recién cuando vengan separados por más de 30-50 mseg podremos decir cuál fue cual, y nuestro aparato consciente podrá detectar así la famosa "flecha temporal".

Así como el servicio de correos recoge y envía las cartas una vez al día, nuestro aparato auditivo espera unos 3 segundos para enviar paquetes informativos al cerebro, fenómeno que fundamenta desde la métrica poética hasta nuestra manera de hablar, escuchar y entender.

Los otros sentidos tienen distintas periodicidades, pero el "ahora" de nuestro "sentido temporal", permite que se combinen informaciones de naturaleza disímil (acústica, olfativa, visual...) para dar una imagen integrada de la realidad.

Aunque Dalton, Beethoven y Borges hubieran perdido el "sentido temporal" y se hubieran vuelto locos, las células de sus hígados habrían seguido teniendo oleadas mitóticas, les seguirían creciendo las uñas, no serían anémicos porque sus médulas óseas continuarían produciendo eritrocitos regularmente. Con todo, si hubieran sufrido una alteración más profunda de la temporalidad, que no les permitiera coordinar movimientos respiratorios, latidos cardiacos, ni andanadas de potenciales de sus nervios, habrían muerto al instante.

Nuestro "sentido temporal" varía con la edad

Además de tener una evolución filogenética (a partir del origen de la vida en la Tierra) el "sentido temporal" tiene también una evolución ontogenética (a partir de la concepción y el nacimiento). Un niño que llora de hambre se calma en cuanto ve a la madre dirigirse al refrigerador, pero hay una edad anterior en la que sólo se apacigua si la madre se aproxima con el biberón, y otras más tempranas en las que su "sentido temporal" es tan rudimentario, que no le permite predecir que en breves instantes será alimentado, y sólo detendrá su llanto al comenzar a succionar.

También hay una edad a la que ya podemos prever que habremos de morir; en la que, aunque estemos sanos, cuando alguien muere pensaremos en nuestra propia muerte y desarrollaremos esquemas mitológicos para calmar la angustia. Por el contrario, un niño

no tiene un "sentido temporal" tan desarrollado; si uno le pronostica que llegará a presidente se imaginará desempeñando la primera magistratura con la cara y el tamaño que tiene hoy en día, siente que toda muerte es una muerte ajena, y que morir es algo que sólo le ocurre al prójimo.

El tiempo, el cerebro y sus misterios

La investigación científica opera en el límite entre lo que se sabe y lo que se ignora. Es oportuno referirnos entonces a algunas de las muchas cosas que se ignoran sobre el tiempo.

Para empezar, no sabemos explicar qué demonios es ese "sentido temporal" al que venimos aludiendo. El sentido de la vista tiene como señal la luz y como receptor los ojos; el de la audición tiene como señal el sonido y como receptor los oídos. Pero ¿cuál es la señal del paso del tiempo? ¿el cambio en el ambiente? No lo sabemos. Sin embargo, como hemos dicho, podemos impacientarnos en la sala de espera en la que nada cambia, y a la que hemos olvidado llevar el reloj para constatar que al menos cambia la posición de las manecillas. Por otra parte ¿cuál es el receptor?: ¿el cerebro? Si es así, ¿cómo es que hay organismos que no lo tienen, y hay periodicidades que se observan en órganos, tejidos y aun en células aisladas?

¿Acaso los estudios que mencionamos anteriormente fueron refutados? No, de ninguna manera. Sólo que, como decía Ludwig Wittgenstein, "tiempo" no es una palabra neta, que abrevia conceptos, como cuando uno dice "bachiller" o "paraguas", sino que connota ritmos, duraciones, irreversibilidades, ilusiones, intuiciones, conceptos, experiencias personales, posiciones filosóficas, teorías científicas. El "sentido temporal" surge pues de una organización jerárquica que va desde los ciclajes celulares hasta las experiencias filosóficas, poéticas y místicas.

San Agustín observó: "Si no me preguntan qué es el tiempo yo sé muy bien lo que es, pero si tengo que explicarlo no puedo." También cayó en la cuenta de que hay tres tiempos y que los tres son presentes. El *presente del presente*, en el que estoy escribiendo; el *presente del pasado*, del que sólo me quedó una memoria actual, es decir, también presente; y el *presente del futuro*, del que por ahora sólo tengo una anticipación.

Después de analizar los sucesos en distintos sistemas, sus velocidades relativas, la finitud de la velocidad de la luz, Herman Minkowski y Albert Einstein concluyeron que el espacio, por sí mismo, y el tiempo, por sí mismo, son meras sombras destinadas a desaparecer, y que sólo una especie de unión entre ambos puede preservar una realidad independiente.

Y ya que mentamos a los padres de la Teoría de la Relatividad, podríamos recordar el ejemplo de los mellizos (imaginarios, claro está) que viajan a distinta velocidad y, cuando vuelven a encontrarse, constatan que han envejecido en distinto grado, o el de relojes que se atrasan o aceleran dependiendo de la velocidad de los sistemas en que viajan y la posición de quien los observa, o el no menos famoso caso de los "gusanos" en el espacio-tiempo, o toda la fantasmagoría que ocurre en los bordes de los agujeros negros, o traer a colación conceptos tan chiflados como que en la Gran Explosión no sólo se generó materia, sino que comenzó el tiempo y se creó el espacio. Por último no faltan las paradojas del tipo descrito por Einsten-Podolsky-Rosen y la de si, cada vez que se hace una observación, se parte la realidad en dos universos paralelos.

A su vez, los neurofisiólogos observaron que si se dispara un tiro a quinientos metros, nuestros tímpanos vibran, se descerraja un endemonial de potenciales eléctricos, se vierten fárragos de neurotransmisores, se ocupan constelaciones de receptores, se depolarizan y repolarizan miles de neuronas, se hidroliza ATP, se vuelve a resintetizar, las señales viajan por la obscuridad de nuestro cerebro, se transmiten, se cruzan, se combinan, y en algún lado uno se percata del disparo. Si en cambio el tiro hubiera sido disparado a diez metros, hubieran ocurrido muchos más eventos similares *por unidad de tiempo*, pero uno les hubiera atribuido un cambio *en el espacio* (10 en lugar de 500 m). Luego tiene lugar un pin-pon de transferencia de información cerebral de un hemisferio cerebral a otro (uno aprecia una realidad "espacial" y el otro "temporal"), hasta que uno queda satisfecho de que la realidad-de-ahí-afuera ocupa un espacio y se desenvuelve en el tiempo.

Es por eso que cuando un científico mide la velocidad de propagación de señales en el sistema nervioso, o el metabolismo del cerebro, o la capacidad de un sujeto de apreciar el paso del tiempo, o la edad en que los bebés dejan de llorar cuando ven una mamila, o la civilización olmeca, lo hace *relacionalmente*, es decir, comparando la duración de los procesos que estudia (que no conoce) con el movimiento de las agujas de un reloj o el paso de las hojas del calendario (que sí cree conocer). Pero estas "otras cosas" (relojes y calendarios) *no hacen* el tiempo, ni *son* el tiempo, sino que a lo sumo cambian con mayor regularidad, de modo que pueden considerarse como sistemas de referencia y medida.

No extraña entonces que algunos físicos exasperados por que nadie haya podido diseñar jamás un experimento para demostrar si el tiempo transcurre, hayan acabado por proclamar que la física no tiene

nada que ver con el tiempo, sino con una variable a la que sospechosamente siguen llamando "t", pero que podrían llamar de alguna otra manera sin que se altere la estructura conceptual de su disciplina. Otros tan famosos como Richard Feynman pero no menos exasperados, en su clase de dinámica se salieron por la tangente declarando: "Tiempo es lo que pasa cuando no pasa nada", y *Time is how long you wait*. Finalmente otros, como David Park, acabaron por reconocer que el paso del tiempo no es una ilusión, porque no se basa en el engaño de ningún sentido, sino en un mito.

A veces referirse al tiempo, no suele ser otra cosa que una forma de hablar, que puede ser tan culta como las que mencionamos de San Agustín o Feynman, o tan cotidianas como "El tiempo es oro", "Hay que darle tiempo al tiempo", "No tengo tiempo que perder". Uno se maravilla de autores que llamaron "El Tiempo en la Música", o "El Tiempo en la Arquitectura", o "El Tiempo en la Historia", a libros que sólo tratan de sonidos *en* el tiempo, estilos arquitectónicos *en* el tiempo, sucesos históricos *a lo largo* del tiempo, pero en los que al tiempo en sí no le sucede nada. Pero no se nos escapa que esos autores podrían vengarse preguntándonos qué queremos decir nosotros con "en" o con "a lo largo" del tiempo.



Diego Rivera durante la realización del mural en el cárcamo del Lerma.

¿Es el tiempo un producto biológico?

Einstein confesaba que la propiedad del Universo que más le maravillaba era su comprensibilidad. Se refería a que cualquier aspecto, por más complejo y escabroso que parezca en un momento dado, tarde o temprano acabará por ser comprensible. Los filósofos mantienen que sólo se trata de una posición dogmática, porque la "comprensibilidad" no se puede demostrar. Pero quienes creen en el Principio Antrópico han adoptado una actitud distinta. Hay varias versiones de este principio; aquí nos interesan dos: la que afirma que sólo conocemos aquellas propiedades del Universo que estamos en posición de comprender, y una segunda versión, que afirma que la descripción que hacemos del Universo, no depende de las propiedades que éste tenga, sino de las que tenga nuestro cerebro. Algo así como "Dime cómo es tu cerebro y te diré qué propiedades le atribuirás al Universo".

Podemos visualizar esas opiniones imaginando a personas que salen a conocer México con una cámara fotográfica, o con una grabadora y luego envían fotos y cassettes a Buenos Aires. Los porteños podrán hacerse una idea de cómo vestimos los mexicanos, cómo hablamos, cómo son nuestros vehículos, cuán ruidosa es nuestra ciudad, pero no cuál es el gusto de los chiles en nogada, ni si las bugambilias huelen o no. Análogamente, los partidarios del Principio Antrópico afirman que hubo un momento en el que el ser humano creía que sólo había estrellas luminosas, pues no conocía otro tipo de radiación, y otro momento en el que incorporó a su visión del mundo las radioestrellas y las radiogalaxias, simplemente porque, habiendo aprendido que el espectro electromagnético incluye otras longitudes de ondas además de las visibles, diseñó aparatos capaces de captarlas y... ¡ahí estaban!

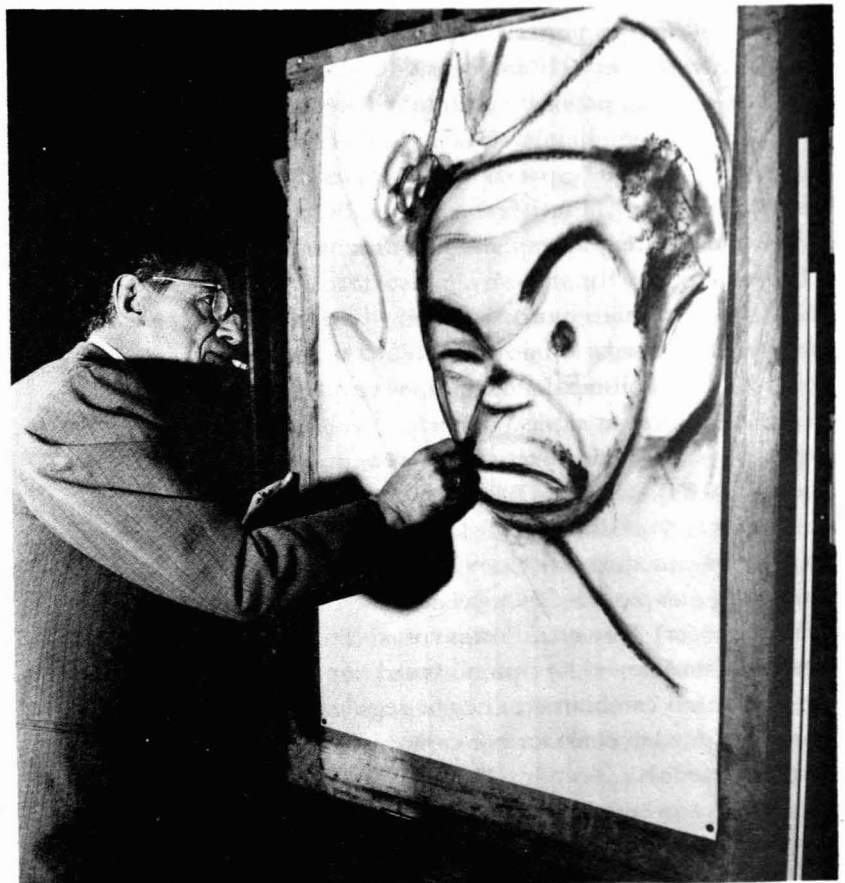
Ante el fracaso de la física de demostrar que hay un tiempo que transcurre, algunos partidarios del Principio Antrópico opinan que nosotros *le atribuimos* un tiempo a la realidad, porque de lo contrario no podríamos entenderla. Puesto en blanco y negro, esto querría decir que, así como el cerebro cuenta con una retina que capta luz, y fibras que le traen información de lo que dicen los tímpanos, y nervios que le avisan lo que

sucede en las papilas gustativas, también cuenta con un tiempo que le permite *atribuirle* un sentido a la realidad.

En resumen: unos piensan que la realidad incluye un tiempo que fluye y que es captado por el cerebro. Otros, ante la imposibilidad de demostrar la existencia de dicho tiempo, creen que la realidad es estática, como lo sería la colección de fotos que componen una película cinematográfica, en la que los personajes sólo "cobran vida" cuando el proyector los procesa secuencialmente, en función de *su* tiempo. Sea como fuere, tiempo y cerebro forman una dupla tan interdependiente, que no podría entenderse uno sin el otro. ■

Lecturas aconsejadas

- Aréchiga, H. *Circadian Rhythms. Current Opinions in Neurobiology*. 1993, 3:1005-1010.
- Blanck-Cerejido, F. y Cerejido, M. *La Vida, el tiempo y la muerte*, Fondo de Cultura Económica, México, 1988.
- Blanck-Cerejido, F. (compil.), *Del tiempo: Cronos, Freud, Einstein y los genes*. Folios Ediciones, México, 1983.
- Fernández-Guardiola, A. «El Hombre y el Tiempo», *Gaceta Médica de México*, 1977, 113:209-211.
- Turner, F. and Pöppel, E., en *Beauty and the Brain*. Birkhäuser Verlag, Basel, 1988.



Ernesto García Cabral El Chango realizando caricatura de Cantinflas.