

# Cronofenomenología: El tiempo subjetivo y el reloj elástico

José Luis Díaz<sup>1</sup>

Ensayo

*En las hojas del tiempo  
esa gota del día  
resbala, tiembla*

Jaime Sabines, «El día»

## TIEMPO OBJETIVO Y TIEMPO SUBJETIVO

Se considera como tiempo objetivo o cronológico al definido por la física en múltiplos y submúltiplos del segundo.\* Aunque sujeto a variaciones en diferentes condiciones gravitacionales o cuánticas, en la cronología humana este tiempo a veces llamado *ordinario* se concibe y se cuenta como una variable newtoniana, es decir continua, constante, irreversible y direccional. Si bien las medidas corrientes del reloj y el calendario tienen ingredientes astronómicos (año, mes, día), la selección del segundo como unidad objetiva del tiempo tiene también un referente psicológico pues corresponde de manera aproximada a la frecuencia cardíaca humana, un ritmo biológico estrechamente vinculado a la sensación del tiempo pues a mayor atención y emoción mayor frecuencia cardíaca y menor velocidad del tiempo subjetivo. En un trabajo experimental en el que tuve la oportunidad de colaborar con él, Augusto Fernández-Guardiola, pionero de la psicofisiología mexicana, demostró esta relación inversa en experimentos de cálculo de un intervalo de tiempo de 10 seg, en apoyo a su hipótesis de que el cerebro utiliza a este ritmo como indicador.<sup>1,2</sup>

A diferencia del tiempo físico y objetivo, el tiempo psicológico o subjetivo es la experiencia de flujo, duración, lapso y proceso que un individuo experimenta de diversas maneras, sea en su vivencia consciente, durante una sucesión de estados mentales, cuando calcula lapsos para actuar, recuerda eventos pasados que fija cronológicamente o planea sus actos en referencia prospectiva a un futuro probable. De esta forma, el proceso mental consciente experimenta el devenir en su tiempo presente y desde allí se proyecta a

otras dimensiones temporales. En todos estos casos y al margen del tiempo cronológico, el tiempo subjetivo depende de una serie de factores como el nivel de conciencia, la atención, el interés y el afecto. Borges exagera la naturaleza temporal de la mente pues en su *Nueva refutación del tiempo* afirma casi en serio que estamos hechos de tiempo:

«...el inestable mundo mental... es un mundo de impresiones evanescentes, un mundo sin materia ni espíritu, no objetivo ni subjetivo, un mundo sin la arquitectura ideal del espacio, un mundo hecho de tiempo, del absoluto tiempo uniforme de los *Principia*; un laberinto infatigable, un caos, un sueño.<sup>3</sup>»

Pero volvamos al terreno en apariencia más firme de las ciencias. Bien se podría afirmar que los inicios de la psicofisiología científica se producen cuando se realizan hacia 1870 las primeras mediciones del llamado *tiempo de reacción*, el tiempo que pasa entre la presentación de un estímulo y la respuesta motora. Los experimentos en esta llamada *cronometría mental* han sido extensamente revisados por Posner en su *Chronometric Explorations of Mind*.<sup>4</sup> Gracias a estos experimentos podemos afirmar, por ejemplo, que en promedio se requieren 160 mseg para responder a un estímulo auditivo simple (un *click*) y 190 mseg a uno visual (un *flash*). Sin embargo, la relación entre estas medidas objetivas de tiempo de reacción y el tiempo subjetivo no son directas y el término de cronometría mental es en cierta medida engañoso pues no se mide directamente el momento en el que un estímulo se hace consciente o se le pone atención, sino la respuesta motora al estímulo. No hay por el momento forma certera de establecer cuándo, en ese lapso entre estímulo y respuesta, el sujeto se percata del estímulo y cuándo emite la orden voluntaria de apretar un botón para indicar que lo ha detectado. La cronometría es ciertamente fisiológica, o si se quiere psicofisiológica, pero

\* Un segundo se define como la duración de 9.192.631.770 oscilaciones de un átomo de cesio.

<sup>1</sup>Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Página web: [www.joseluisdiaz.org](http://www.joseluisdiaz.org)

no fenomenológica. No hay manera exacta de empatarlas pues la métrica del tiempo físico no es la del tiempo psíquico. Para buscar su correlación se requiere y se plantea una cronofenomenología, una fenomenología del tiempo vivido como la adelantó el psiquiatra y fenomenólogo polaco francés Eugene Minkowski.<sup>5</sup>

Nuestros primeros padres, la psicología y la física, siguen discutiendo sobre el tiempo pues, como sucede con otras instancias de representación, hay una brecha entre la representación mental de un evento, proceso u objeto y la naturaleza física de ese objeto. Por ejemplo, nuestra experiencia de pasado, presente y futuro que conforma la conciencia habitual del devenir humano y norma los tiempos de los verbos, los proyectos, las biografías y la misma historiografía, no necesariamente implica que el tiempo físico esté así dividido.<sup>6</sup> ¿Podemos acomodar nuestra intensa sensación de que el presente se va quedando más y más lejos en el pasado en los modelos del tiempo que nos propone la física? Difícilmente, pues si el lenguaje y la representación humana dividen al tiempo en pasado, presente y futuro como expresión parcial de los procesos psicológicos de memoria, atención e intención respectivamente, la física sólo acepta el cambio como una realidad constituida por series de eventos y evita, recela o desdén a al tiempo subjetivo. Ya en 1915 Bertrand Russell había advertido que pasado, presente y futuro pertenecen a la relación entre sujeto y objeto que para él constituye el *tiempo mental* y no a la relación entre objetos que sería el *tiempo físico*.<sup>7</sup>

La sensación subjetiva del paso del tiempo ha dado lugar al concepto ampliamente utilizado en la psicofisiología clásica y la neurociencia cognitiva actual de *percepción del tiempo*.<sup>8-10</sup> Este concepto implica que tenemos y disfrutamos de una representación mental del tiempo, que percibimos la duración de un evento vivido o la proximidad temporal de hechos pasados. Si embargo se trata de una percepción muy peculiar y distinta a las demás, como la percepción visual, auditiva, táctil o dolorosa, pues no está determinada por un solo sentido ni tampoco puede compararse a las sensaciones o percepciones orgánicas como son el hambre, la sed o la náusea, que se integran a partir de aferencias de los sistemas autónomos y de las vísceras. En efecto, no percibimos el tiempo como la luz, el sonido, la temperatura o el dolor pues no se constituye como un estímulo físico, sino que percibimos movimientos de objetos, procesos y eventos que ocurren simultáneamente o en sucesión. Ahora bien, aunque el tiempo es intangible y no se constituye en estímulos físicos que puedan ser captados y transducidos por receptores sensoriales como sucede con el resto de los sentidos, los humanos y los animales tenemos un agudo sentido del tiempo ampliamente estudiado por la psicobiología.

La extensa evidencia actual indica que el tiempo no es un mero constructo mental, sino que el cerebro deriva estimaciones a partir de múltiples fuentes espaciotemporales situadas fuera y dentro del cuerpo. La característica nece-

sariamente temporal del procesamiento de información por el cerebro es probablemente responsable de que sintamos el transcurrir del tiempo como una sensación o como una percepción mediante un conjunto de experiencias elementales e intuitivas como son las de permanencia, duración, simultaneidad, sucesión, orden, cambio y movimiento,<sup>9</sup> algo ya propuesto por Kant a finales del siglo XVIII y retomado por Bergson en el siglo XX.<sup>11,12</sup>

Ahora bien, a pesar de las diferencias mencionadas entre tiempo objetivo y subjetivo, ocurren consonancias entre el tiempo físico y el tiempo vivido. Una de ellas es ese río de Heráclito que denominamos la flecha del tiempo, el irreversible e inexorable fluir del tiempo considerado un hecho fundamental en la física<sup>13</sup> y experimentado subjetivamente en la fenomenología, pues sentimos con directa certidumbre que todo fluye de manera irreversible, que nuestras acciones afectan al futuro, no al pasado, que tenemos memoria y no precognición. Además de que la flecha del tiempo es una intuición inmediata, se manifiesta explícita o conscientemente en la punta de la flecha con una duración muy escasa. Podemos afirmar que tanto para la física como para la fenomenología todo es efímero excepto la duración continua del presente. Pero esta afirmación a la que pronto regresaremos no aclara la naturaleza del tiempo. Otra consonancia es la experiencia fenomenológica del tiempo que se sitúa siempre en un marco de duración o extensión espaciotemporal<sup>5</sup> y el modelo espaciotemporal de la física a partir de la revolución en la física de principios del siglo XX.

Existe un debate ontológico entre dos posturas antagónicas en referencia a la realidad del tiempo.<sup>14</sup> Para los *presentistas* sólo existe el tiempo presente en tanto que para los *eternalistas* todos los tiempos son igualmente reales. El presentismo tiene problemas para conciliar el presente fenomenológico con el hecho de que los datos sensoriales provienen de eventos ya pasados en los objetos. Percibimos en general hechos muy recientes, como la luz reflejada en objetos cercanos, excepto cuando contemplamos los objetos celestes cuya luz proviene de hace mucho tiempo. El presentista dirá que ese pasado ya no es real, pero este argumento es difícil de sostener porque llevaría a concluir que, dado que toda percepción es de eventos pasados, ninguno de ellos es real optando entonces por un inquietante solipsismo. De esta forma parece ser que, a parte de los modelos físicos del tiempo, el estudio de la percepción del tiempo es crucial para definir el estatuto ontológico del tiempo.

Veremos en este trabajo que los datos de las ciencias cognitivas favorecen o se acoplan convenientemente a la filosofía procesal del matemático y filósofo Alfred North Whitehead<sup>15</sup> en el sentido de que el tiempo se constituye y manifiesta en secuencias de sucesos que denomina *ocasiones* las cuales se presentan sin cesar ligadas causalmente. Se trata de un tiempo real constituido por momentos novedosos de transformaciones que establecen continuidades porque están afectadas por el pasado y afectan al

futuro.<sup>6</sup> Los individuos y sus funciones psicofísicas son procesos pautados de cambios.<sup>16</sup>

## LA ANATOMÍA DEL MOMENTO

A diferencia del presente objetivo definido por Bertrand Russell<sup>7</sup> como el conjunto de las entidades que están *ahora*,<sup>\*</sup> el *presente especioso* definido por William James<sup>17</sup> en sus *Principles of Psychology*, una obra pionera y fundacional de la psicología moderna, es el lapso de tiempo en el que estamos conscientes. Este lapso privilegiado del tiempo fue llamado por el existencialista Jean Paul Sartre como el *Para sí*, el tiempo no sólo presente, sino en el que estamos presentes<sup>\*\*</sup>. Según la afortunada especificación de «estar» por Ramón Xirau<sup>18</sup> en su *Tiempo vivido*:

«...mientras vivimos –aún si nos desvivimos y si nuestro estar es malestar – no podemos dejar de vernos siempre «ahora», un ahora que dura mientras dura la vida».

El *tiempo vivido* es un concepto previamente desarrollado por Minkowski<sup>5</sup> no sólo en referencia al tiempo presente, sino al *ímpetu vital*<sup>\*\*\*</sup> que proyecta un sentido a la acción futura, una fuerza creativa que desarrolla el sujeto en el contexto del flujo temporal del mundo y de las circunstancias que obran como obstáculos y oportunidades. El tiempo humano está integrado en ese devenir provisto de un *horizonte*, es decir de una representación del tiempo que provee no sólo a la acción sino también a la espera, al deseo y a la esperanza, de un sentido. Es así que el tiempo vivido es una representación del tiempo que se proyecta desde el pasado pasando por el presente al futuro como una función cognitiva superior que implica la autoconciencia pues la conciencia de uno mismo necesariamente se ubica en un contexto espaciotemporal.

En términos de la ciencia cognitiva intentaríamos derivar que la duración del presente es el tiempo en que estamos presentes, es decir el tiempo de la atención que tanta importancia tiene en la psicofisiología moderna y ha tenido en la atención cabal y la plenitud mental de la psicología budista.<sup>16</sup> El problema es que aunque podemos aplicarla deliberadamente a una tarea durante tiempos relativamente extensos, la atención dura, en su sentido de esfuerzo, localización y foco, tiempos muy breves que habría aún que especificar para resolver la duración del tiempo presente.

La extensión del tiempo presente se relaciona con los conceptos, más subjetivos que objetivos, de *instante* y de *momento*, con esa propiedad existencial de la *fugacidad* del

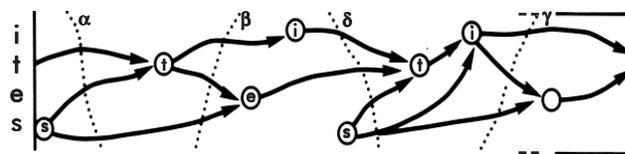


Figura 1

tiempo. Ese momento puntual, instante efímero y tiempo indivisible, constituye una ventana del presente moviéndose en la punta de la flecha del tiempo como ha sido representada en un diagrama de flujo de un proceso consciente<sup>16</sup> (figura 1).

Este esquema intenta especificar el seminal concepto de «la corriente de la conciencia» de William James<sup>8</sup> en un bosquejo basado en las redes de Petri con la variable temporal graficada cartesianamente en la abscisa de izquierda a derecha, como progresa la escritura grecolatina y el papel pautado. La ventana en la punta de la flecha implica que el tiempo vivido, la conciencia del devenir, es un fenómeno inmediato de aprehensión de manera tal que pasado y futuro son constructos cognitivos y no experiencias conscientes. Recordamos eventos de la memoria episódica con una sensación de pasado, pero los actualizamos de tal manera que un recuerdo ocurre siempre en el tiempo presente.

El tiempo presente está en relación con el subsistema de la memoria operativa y de corto plazo que actualmente se denomina *memoria de trabajo* y se refiere a los procesos cognoscitivos usados para la retención temporal y manipulación de la información para resolver tareas y problemas.<sup>19</sup> En este modelo cognitivo actual es tentador suponer que el presente especioso de James se pueda definir con mayor precisión por el tiempo de persistencia de la memoria de trabajo y que se estima es menor de 20 segundos y tiene una capacidad limitada para unos cuantos ítems. Sin embargo, el tiempo presente en el que permanecemos conscientes es probablemente mucho menor a éste y se limita a los periodos de la atención, como se ha analizado en una colección reciente de trabajos<sup>20</sup> y como veremos repetidamente.

En el diccionario filosófico de Stanford, y bajo la entrada de «*Time perception*»,<sup>14</sup> aparece el siguiente argumento: 1) Lo que percibimos, lo percibimos en el presente; 2) Percibimos movimiento; 3) El movimiento ocurre en intervalos; *por lo tanto*: lo que percibimos como presente ocurre en un intervalo. Si bien este argumento parece en principio convincente y nos ayuda a concebir el tiempo presente en términos de la duración de un intervalo,<sup>\*\*</sup> surgen dos preguntas pertinentes: ¿Cómo percibimos un intervalo de tiempo? ¿Cuánto dura ese intervalo en unidades objetivas de tiempo?

\* «The class of all entities that are now» (p. 65). ¡Qué conveniente en proposiciones como ésta es contar con la distinción en castellano de ser y estar! Un poco más tarde (p. 66) Russell también define el presente psicológico: «One (momentary) total experience»: Una experiencia total (y momentánea).

\*\* Véase Xirau (18).

\*\*\* Noción derivada del *élan vital* de Bergson.

\* James utiliza este trascendental concepto en el pie de una figura de su capítulo 9 intitulado «La corriente del pensamiento».

\*\* La noción de intervalo presente es conveniente para eludir la noción teórica del presente como un punto virtual entre pasado y futuro, pues establece un tiempo de duración presente que es posible examinar teórica y empíricamente, como lo intentamos hacer aquí.

En la década de los años 1960 el célebre neurofisiólogo de la Universidad de California, Benjamin Libet, condujo una serie de experimentos de registro y estimulación cerebral en seres humanos despiertos durante neurocirugías de modo muy similar a los célebres mapeos de Penfield que resultaron en la especificación del homúnculo sensorial y motor de la corteza cerebral humana. Los experimentos de Libet<sup>21</sup> para relacionar el tiempo psicológico con el tiempo fisiológico son muy ilustrativos en referencia a estas preguntas y vale la pena revisar brevemente algunos de sus resultados ya considerados clásicos en el tema.

Durante estos experimentos se identificaban puntos de la piel correspondientes a una delimitada zona del homúnculo sensorial situada en la corteza parietal. Al estimular eléctricamente la zona de la corteza somatosensorial correspondiente al mismo punto de la piel, Libet notó que es necesaria una estimulación continuada para que el sujeto experimentara una sensación en ese lugar de la piel medio segundo más tarde. Si la estimulación eléctrica es menor de medio segundo el sujeto no es consciente de sensación alguna. De esta forma descubrió que el umbral temporal crítico de estimulación cerebral para referir una sensación táctil es de medio segundo. Posteriormente aplicaba un estímulo en la piel de estos sujetos y notó que transcurría aproximadamente medio segundo antes de que fuesen conscientes de dicho estímulo, pese al hecho de que el cerebro había recibido la señal en unas centésimas de segundo. Sin embargo no existía la impresión subjetiva de los pacientes de haber algún retraso en la toma de conciencia del estímulo. De nuevo el lapso de medio segundo objetivo parecía ser decisivo pero se perdía en la percepción del sujeto.

En experimentos posteriores, se procedía a estimular primero la piel y luego la corteza somato-sensorial, iniciando la estimulación cortical un cuarto de segundo después. En este caso el contacto con la piel no se siente en absoluto pues la estimulación cortical impide la sensación cutánea a nivel consciente. Este singular efecto se conoce como *enmascaramiento retroactivo*. En la variante experimental inversa se iniciaba primero una estimulación eléctrica de la corteza durante 500ms, estimulando simultáneamente la piel tras haber transcurrido 250ms. Los sujetos informaban de una sensación del estímulo cerebral diferente de la sensación del contacto en la piel pero con otra anomalía temporal: sentían el estímulo de la piel *antes* que la estimulación cortical. El sujeto remite la percepción de la estimulación cutánea hacia atrás en aproximadamente medio segundo, en tanto que la estimulación cortical no es remitida hacia atrás en el tiempo. El tiempo de la percepción cutánea está atrasado alrededor de medio segundo respecto al tiempo real de los estímulos pero subjetivamente se sitúa en forma simultánea con ellos.

El enmascaramiento y la sensación retroactivos son fenómenos neurofisiológicos que ponen de manifiesto una intrincada relación entre los tiempos objetivos y los subje-

tivos y demandan una explicación satisfactoria que incide en la discusión del libre albedrío, pues Libet registró un potencial anticipatorio de un movimiento voluntario en la corteza premotora frontal dentro del periodo de los 500 ms en los que ocurre el potencial previo, la decisión consciente de mover un dedo y el movimiento. Existe, pues, una relación entre el tiempo fisiológico, el tiempo vivido y el problema del determinismo y el libre albedrío.

Ocurre al parecer una equivocación o al menos un desliz al aplicar las reglas físicas usuales para el tiempo cuando consideramos la conciencia. En términos generales los experimentos iniciados por Libet y otros más actuales ponen en evidencia que el sistema mente-cerebro tiene reglas implícitas de espacialidad, temporalidad, individualidad y causalidad, todas ellas categorías kantianas, que operan de manera inconsciente pero que modulan operaciones conscientes como es la percepción del tiempo.

En un experimento más reciente, Amelia Hunt et al.<sup>22</sup> instruyeron a sujetos humanos a mirar de frente colocando a un lado un reloj con segundero. Instruyó a los sujetos a desviar la mirada hacia el reloj y recordar la hora exacta en la que habían visto el reloj. En promedio los sujetos informaron haber visto el reloj 400 ms antes de que sus ojos llegaran efectivamente al reloj. El cerebro, en piloto automático, parece empujar el tiempo hacia atrás para compensar por el procesamiento de información desde los movimientos sacádicos de los ojos para producir una descarga de la fóvea de la retina hasta los diversos relevos antes de formar una imagen consciente.

En referencia a la segunda pregunta sobre la duración del periodo consciente, el periodo máximo de 20 segundos señalado para la memoria de trabajo y mínimo de 500ms para los experimentos de Libet, marcan un rango posible demasiado amplio pues se puede afirmar que el tiempo vivido presente dura unos cuantos segundos. Se requieren ritmos de dos o tres segundos para distinguir estímulos sonoros o lumínicos y en esa temporalidad se establecen los ritmos de lectura de poesía y la duración de actos simples que podemos coordinar en una trayectoria como realizar un movimiento corporal voluntario en respuesta a un estímulo o saludar con una mano.<sup>16</sup> Más allá de ese momento presente, de ese «dos por tres» que ocurre «en menos que canta un gallo» o «en un abrir y cerrar de ojos» (figura 2), todo lo demás que añadimos, por ejemplo el que una experiencia se nos haga larga o corta, son sensaciones derivadas pero distintas de nuestra conciencia del presente y que están en relación con la memoria.

## LA DURACIÓN Y LA MEMORIA

Según Henri Bergson,<sup>23</sup> el tiempo subjetivo no es simplemente una noción de movimiento o de cambio en los objetos perceptibles, o de causa y de historia, sino una *intuición*



**Figura 2.** «In ictu oculi» (En un abrir y cerrar de ojos) pintura de Juan de Valdés Leal datada en 1672.

de flujo irreversible ligada a la sucesión de cambios y a la duración de los eventos tal y como es experimentada. La mente, afirmaba Bergson, da por sentado al tiempo pues no sólo sentimos que nos apartamos del pasado y que vamos hacia el futuro sino que experimentamos el devenir como un factor intrínseco a la conciencia, el factor de *duración*. De esta elemental intuición de continuidad se derivan los diversos fenómenos conceptuales macroscópicos ligados a la temporalidad como son, entre otros, la aprehensión de la naturaleza de las cosas por la percepción, la trayectoria del propio cuerpo en el espacio por la propiocepción, el hecho de que la mente se experimenta como un proceso de antes y después en estrecha relación con la memoria y no como un objeto espacial o la conservación de la propia identidad mediante la autoconciencia. La duración intuitiva, subjetiva y personal permite revelar y evaluar otras duraciones en el mundo: el pájaro surcando el aire, la caída del agua, el compás de la música. En el poema «A medianoche» dice Jaime Sabines, muy bergsonianamente: «Existir es durar, abrir los ojos y cerrarlos».

La idea de que la percepción de la duración necesita de la duración de la percepción fue un problema central para Edmund Husserl, el padre de la fenomenología moderna, para quien llegó a ser una perplejidad en espera de resolución.<sup>12</sup> La noción de duración como experiencia ciertamente parece primaria en la construcción del sentido y la

percepción del tiempo y conviene examinarla con más detenimiento desde esta perspectiva que hemos tomado con alguna obstinación y que transita, a veces dificultosamente, entre la filosofía y la fisiología.

La experiencia de duración requiere que un evento haya ocurrido de principio a fin y es entonces una experiencia de la memoria, tal y como lo defendió San Agustín en el libro XI de sus *Confesiones*, texto considerado clásico en el análisis de la temporalidad.<sup>18</sup> Esta idea fue puesta en entredicho por Husserl con su herramienta fenomenológica.<sup>12</sup> Un sonido particular puede durar un *instante*, digamos el tiempo mínimo para ser percibido, pero también puede durar indefinidamente lo cual requiere de una representación longitudinal y una función de retención que garantice el transcurso y la identidad del evento a pesar de que sufra modificaciones por habituación o atención fluctuante. Pasado y presente quedan aún más insólitamente fundidos cuando se considera el caso de la melodía musical o del lenguaje proposicional en los cuales la sucesión de notas o de palabras distintas se reconoce como una unidad temática en virtud de un encadenamiento de contenidos en el tiempo interno. La memoria reciente opera aquí de manera muy distinta a la memoria episódica por la que se recuerda o rememora un hecho ya pasado en su totalidad. Un tercer plano de integración en la temporalidad de Husserl acontece en el flujo absoluto de la conciencia que viene a constituir la noción misma de tiempo.<sup>12</sup>

En efecto, para atribuir la duración es necesario un parámetro de inferencia asociado a la información almacenada del evento en cuestión que permite una estimación de duración en términos del tiempo cronológico.<sup>24</sup> Podemos concebir estructuras mentales, tales como conceptos o imágenes particulares o más apropiadamente procesos de transformación o sucesión entre contenidos mentales. No hay mayor dificultad en concebir a un proceso consciente como una sucesión de estados particulares caracterizado por un proceso pautado de transformaciones de información tanto fisiológica como fenomenológica de tal forma que este proceso mente-cerebro provea de una intuición intrínseca de tiempo y duración.<sup>16</sup> La idea de Bergson de *duración* sería precisamente esta: nuestra experiencia no sólo es una experiencia de cambios en el mundo, sino que es una experiencia cambiante en sí misma, una experiencia temporal y del tiempo.

En un siguiente nivel de organización temporal subjetiva, experimentamos sucesiones de eventos de manera directa, como el incidente de la magdalena célebremente narrado por Marcel Proust al inicio de su *En busca del Tiempo perdido* de que un cierto aroma evoque un recuerdo particular o bien que la imagen mental de alguna persona querida provoque una emoción de afecto o deseo. No se trata de dos representaciones simplemente sucedáneas, sino de estar causalmente determinadas. Dado que las causas siempre preceden a sus efectos, el orden temporal corresponde al orden cognitivo y empareja, como lo hemos mencionado, la flecha del tiempo con el tiempo vivido. Esta causalidad debe ser un ingrediente primario de la naturaleza temporal de la conciencia.

En un tercer nivel de organización, la noción subjetiva de tiempo está ligada a la de recuerdo, en especial a la acuidad de la memoria, pues si desaparece la memoria desaparecen tanto la noción de tiempo como la de identidad personal.<sup>24,25</sup> En la vida habitual tomamos al recuerdo como una forma de recuperación del pasado, pero esto no es así pues las aguas del tiempo no se remontan. No revivimos o recuperamos el pasado mediante el recuerdo como un *rewind* de videograbadora o como un *flashback* cinematográfico por el cual un personaje recupera con precisión espaciotemporal un evento de su pasado. La recuperación de un recuerdo implica siempre una representación críticamente actualizada entre obstáculos de edición consecutiva, olvido, tergiversación y falsos recuerdos.<sup>25</sup>

Los recuerdos se almacenan en la memoria episódica incluyendo no sólo los contenidos manifiestos de contenido y lugar, sino también de tiempo, es decir lo que pasó, dónde pasó, cuánto duró y cuándo pasó. La memoria episódica registra los hechos o los contenidos junto con sus circunstancias espaciotemporales, como ocurre cuando las personas refieren el recuerdo de un evento impactante registrado con el sitio y las circunstancias. Existe información neurobiológica de que cada una de estas facultades de dura-

ción y distancia temporal implica rutas o redes neuronales diferentes.<sup>26,27</sup> Por ejemplo, en tanto que la localidad del evento implica fuertemente al hipocampo en el cual se han registrado células de lugar que descargan cuando el animal se encuentra en un punto específico de su ambiente, la identificación de objetos y la temporalidad están estrechamente ligadas al lóbulo temporal en dos porciones distintas. Sin embargo aún estamos lejos de comprender el mecanismo por el cual estas regiones y vías cerebrales pueden ayudar a registrar y representar el tiempo.

La manera como está codificado el tiempo en la memoria episódica ha sido tema de una larga indagación cognitiva<sup>28</sup> de la que extraemos tres nociones verosímiles. La más antigua es la idea de Robert Ornstein en el sentido que el espacio de almacenaje destinado a la estimación del tiempo está probablemente en relación directa con la duración subjetiva del evento y con el número y complejidad de los estímulos. La segunda, de Block, implica que el número de cambios codificados es lo que determina la impresión retrospectiva de duración. Finalmente, para Jones la precisión del juicio temporal sería dependiente de la coherencia temporal y la capacidad para sincronizar los ritmos de la atención con los ritmos externos provistos por el medio ambiente. Jones concibe tal sincronización como una operación de afinación o entonación que permite ajustes cuando las señales no son precisas.

## LA CELERIDAD VARIABLE DEL TIEMPO VIVIDO

Independientemente de las señales y los estímulos provenientes del medio externo, la celeridad del tiempo en la mente fluctúa en relación a múltiples factores. A diferencia del tiempo cronológico constante, el tiempo subjetivo no es uniforme pues su velocidad aparente cambia con la edad, la temperatura, la frecuencia cardíaca, el estrés, la atención, el deseo colmado o frustrado, el peligro, la espera o el sueño.

González y Azzolini<sup>29</sup> denominan las dos principales distorsiones temporales del tiempo subjetivo como *dilataciones* y *contracciones*. En las primeras el tiempo subjetivo se «estira» sobre el tiempo objetivo; es decir la estimación del tiempo parece transcurrir más lentamente que el tiempo objetivo y las situaciones emocionales más relacionadas con la dilatación son el hastío y la espera: «el tiempo se arrastra». Por el contrario, en las contracciones el tiempo parece acelerado y se «contrae» sobre el tiempo cronológico como ocurre cuando se realizan actividades interesantes y absorbentes: «el tiempo vuela».

Se ha utilizado una metáfora cinematográfica para sugerir las dos distorsiones principales del tiempo psicológico en referencia al cronológico tomando como estándar una duración hipotética normal del tiempo psicológico en sincro-

nía con el tiempo real. El caso de una duración prolongada sería similar a una cámara lenta de tal forma que el tiempo psicológico se dilata sobre el cronológico y la sensación resultante es que el tiempo pasa lentamente. Por el contrario, el tiempo subjetivo comprimido sería el de una cámara rápida en el sentido que el tiempo psicológico se reduce sobre el cronológico y la sensación es que el tiempo pasa rápidamente.

La metáfora de la velocidad de la cámara cinematográfica es interesante no sólo por el resultado de la lentitud resultante sino por la causa subyacente. La base técnica de la cámara lenta que da por resultado una lentitud del tiempo cronológico externo al sujeto es que el mundo se lentifica al fotografiarlo a velocidad mayor que la velocidad de proyección. La analogía se interpreta entonces al plantear que la velocidad del tiempo psicobiológico se acelera permitiendo al sujeto mayor discriminación de eventos y acciones más precisas. En el mismo tenor, la cámara rápida es un modelo de la duración comprimida, pues el sujeto embebido en una actividad concentrada e interesante parece desapegarse del devenir circundante a su objeto de interés y de sus indicadores temporales a los cuales no percibe como una película acelerada sino que el tiempo, como dice la elocuente expresión popular, «pasa volando». Aquí se lentifica el tiempo interno y se confina el externo. En ambos casos destaca una necesaria conclusión: los eventos que permiten la dilatación o compresión del tiempo percibido deben ser mecanismos cerebrales subyacentes a la fenomenología. El reloj neural tiene diferentes velocidades y empieza a ser posible documentar los mecanismos operantes al efecto, como veremos adelante.

Desde William James<sup>17</sup> se ha señalado que las distorsiones del tiempo presente y las distorsiones del recuerdo tienen una relación inversa. Así, un periodo de enfermedad largo que en su momento fue percibido o experimentado con extrema lentitud, se recuerda en retrospectiva como inusualmente corto, en tanto que un periodo de actividad intensa y febril se recuerda en detalle y de manera prolongada, tal y como ha sido narrado en *La montaña mágica*, de Thomas Mann. Los mineros atrapados en una mina perciben que el tiempo pasa con desesperante lentitud y sin embargo, de forma un tanto paradójica, al salir y recordar el evento, estiman que el tiempo transcurrido fue mucho menor al tiempo cronológico.

Otro tipo de distorsión es experimentada ya no mientras el tiempo transcurre o se le recuerda, sino en referencia a la ubicación de un recuerdo en el pasado pues existen hechos recientes recordados como más antiguos y, a la inversa, hechos antiguos subjetivamente experimentados como más recientes. Al localizar un evento pasado la gente tiende a sobreestimar el tiempo en el que ocurrieron eventos recientes y a subestimar los que ocurrieron en un pasado lejano. Aplicando la nomenclatura arriba propuesta, en un *recuerdo dilatado* el tiempo transcurrido se estira y parece

mayor al tiempo cronológico por lo que la persona dice que el evento «parece que fue hace siglos», en tanto que el *recuerdo contraído* parece más próximo y la gente dice «parece que fue ayer». Un caso dramático de distorsión temporal se refiere a la condensación del pasado en un periodo muy breve, que mucho sujetos relatan haber experimentado ante un peligro de muerte, de tal manera que los informes coinciden en que la persona considera que ha tenido gran parte de su vida presente en breves instantes.

Se ha postulado también una relación inversa entre interés y tiempo subjetivo, de tal manera que un tiempo ocupado en actividades interesantes parece más corto que uno de espera. La misma relación inversa acontece en referencia a la novedad de los estímulos, de modo que una experiencia novedosa y rica se percibe como más lenta que una pobre en estímulos. Puede existir una relación entre los factores de número de acontecimientos e interés, pues en los estados de euforia pasan muchas cosas y el tiempo se contrae en tanto que durante el hastío pasan pocos eventos y el tiempo se estira. La expectativa es otro factor que afecta el tiempo subjetivo de manera directa, pues parece mucho mayor el tiempo de espera. La evidencia indica que el grado de activación emocional aumenta el ritmo del reloj y conduce a estimaciones más largas de duración.

En todos los casos de frecuencia de eventos, interés y expectativa existe un factor psicofisiológico común relacionado a las catecolaminas, la adrenalina y la noradrenalina, que actúan como hormonas del estrés y como aceleradores del reloj interno. En el mismo sentido, algunas drogas psicoestimulantes como la cocaína y la anfetamina, aumentan la disponibilidad de catecolaminas cerebrales y también aceleran el reloj interno de tal manera que los animales de laboratorio y los humanos sobrevaloren intervalos de tiempo.<sup>30</sup> Los fármacos psicodislépticos como el LSD o la psilocibina alteran dramáticamente el tiempo subjetivo por lo que la referencia cronológica se considera inútil para juzgar o evaluar los tiempos internos. Existe evidencia de un papel importante del neurotransmisor dopamina en la estimación del tiempo, en particular en el rango de los milisegundos.<sup>31</sup> La dopamina es el neurotransmisor funcionalmente más relevante de varios núcleos basales involucrados en la conducta motora rítmica y programada, como es el núcleo caudado. Estos sistemas tienen mecanismos internos para generar y mantener comportamientos pautados en los que la variable temporal es esencial.<sup>32</sup>

La edad es otro factor asociado a la aceleración del tiempo subjetivo pues las personas refieren que el tiempo objetivo, por ejemplo el lapso de un año, transcurre con lentitud subjetiva en la infancia y con celeridad en la vejez. Se puede ofrecer una explicación lógica de esto por el hecho de que el chico tiene una experiencia vital corta y un año le representa un alto porcentaje de su vida, en tanto que para el viejo el mismo periodo es escaso en relación a su edad. Si esto es un dato causal del sentido del tiempo, se sigue que el tiempo

vivido debe estar representado en el sistema cerebro-mente de manera implícita como sucede con múltiples factores que determinan la percepción, como la descarga corolaria por la que vemos el mundo estable a pesar de que la imagen en la retina se desliza constantemente con los movimientos oculares y del cuerpo. Estos movimientos compensan el desplazamiento de la imagen en la retina de una manera implícita e inconsciente pero absolutamente precisa. De similar forma el lapso de tiempo vivido debe estar representado en el cerebro e influir sobre la conciencia del tiempo sin que nos demos cuenta cómo sucede: el reloj tiene un sistema incorporado de duración del sistema.

Existen otras anomalías que no tienen ya relación con la estimación del paso del tiempo sino con la experiencia de los eventos. Entre ellas se puede mencionar al *déjà vu* o lo *ya vivido* cuando una persona cree haber vivido un hecho presente y su contraria, el *jamais vu* o lo *nunca vivido* cuando alguien experimenta un hecho familiar como si fuera por primera vez. El *déjà vu* parece ser el resultado de un *solapamiento* entre subsistemas de la memoria de corto y largo plazo en el sentido de que una experiencia presente se almacene prematuramente en el sistema de largo plazo y se recupera en el momento como ya perteneciente al pasado pero en tiempo presente. El hecho de que la persona que experimenta un *déjà vu* no pueda ubicar precisamente en su pasado el recuerdo del incidente presente que considera ya haberlo vivido apoya esta hipótesis pues la memoria episódica registra los hechos o los contenidos junto con sus circunstancias espaciotemporales.

La patología mental supone en muchas ocasiones una alteración de la temporalidad subjetiva que pierde su continuidad, su sensación necesaria de progresión o se fractura en episodios que se presentan deshilvanados, como es el caso del delirio. Para Minkowski<sup>5</sup> la alteración en la temporalidad en la psicosis no sólo es un síntoma sino que subyace como trasfondo de esa desestructuración de la conciencia que es propia de la psicopatología. Por su parte Pérez-Rincón<sup>33</sup> ha analizado en detalle las alteraciones temporales subjetivas en las diversas psicosis, neurosis y psicopatías.

## LA PERCEPCIÓN DEL TIEMPO Y EL RELOJ BIOLÓGICO

Se ha dicho que el cerebro representa al tiempo directamente mediante el tiempo mismo.<sup>34</sup> Esta aseveración un tanto críptica implica que todos los procesos cerebrales en la pirámide jerárquica de los sistemas neurocognitivos están constituidos por eventos temporales que van desde la transmisión sináptica y las pautas espaciotemporales de disparo de las neuronas hasta la frecuencia de las ondas electroencefalográficas que oscilan entre los 3 y los 50Hz. La codificación de la información cerebral en pautas de dis-

paro temporal de las diversas neuronas y redes neuronales es, en efecto, una representación cinemática en la cual el tiempo es intrínseco y es ingrediente esencial del procesamiento cerebral de información que da origen a cualquier representación cognitiva consciente, en este caso a la percepción del tiempo. Ahora bien, aunque esta característica temporal de las representaciones cerebrales se puede relacionar con el tiempo vivido o el sentido del flujo temporal que parece intrínseco a la conciencia y la experiencia, es necesario explicar otras propiedades de la temporalidad subjetiva, como el cálculo de duraciones, de intervalos y de distancias temporales de diversas magnitudes.

Las teorías para explicar estos fenómenos asumen la existencia de un reloj interno de naturaleza biológica.<sup>13,35</sup> Una de las más conocidas es la teoría del marcapaso, un mecanismo biológico que emite pulsos que pueden ser almacenados en un comparador con fines de estimar el tiempo. El más estudiado de estos osciladores es el reloj circadiano anatómicamente ubicado en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo y que tiene un ciclo de 24 horas, formado por una onda sinusoidal de dos elementos de 12 horas que se ajustan a la luz y la oscuridad planetaria, es decir al día y la noche.<sup>36</sup> Si bien se sabe que este reloj, acoplado a otros como la secreción de melatonina por la glándula pineal, regula los biorritmos circadianos de la fisiología, no corresponde ni explica a un reloj tan preciso como el que se necesita para calcular los múltiples intervalos de tiempo que realizan los humanos y muchos animales experimentales en escalas mucho menores que el ritmo del circadio, una en el rango de los milisegundos, otra en la de los segundos y una tercera en rangos de minutos. Una posibilidad es que existan en el organismo varios relojes acoplados que puedan permitir mediciones o cálculos de duraciones menores o bien un solo mecanismo de capacidades cronométricas adaptables a las circunstancias.

No sólo el organismo biológico está salpicado de osciladores moleculares que se coordinan para producir el ritmo circadiano gracias a un grupo de genes que se expresan en funciones rítmicas, en particular en el núcleo supraquiasmático, sino que se han encontrado sincronizaciones a diversos fenómenos y estímulos del medio ambiente. Uno de los mejor estudiados es la sincronización a los alimentos que se coordina mediante un reloj biológico que se expresa, por ejemplo, en la activación anticipatoria de la conducta de animales y humanos en la hora previa a la presentación del alimento. Se trata de un reloj emergente que se sincroniza al horario usual de presentación del alimento y muestra la capacidad de un sistema metabólico de oscilar en sintonía con un estímulo periódico del medio ambiente. Este oscilador no tiene una localidad anatómica precisa sino que se constituye como una propiedad funcional emergente de la coordinación fisiológica entre zonas del cerebro que controlan el metabolismo energético y los órganos periféricos encargados del aprovechamiento de los nutrientes, como es el hígado.<sup>37</sup>

La existencia de estos relojes es útil para explicar comportamientos cíclicos de varias magnitudes y oscilaciones, pero no permite comprender los cálculos de duración más cortos. La investigación empírica sobre el sentido o la percepción del tiempo se ha focalizado en la estimación y la experiencia de intervalos de tiempo que van desde milisegundos a minutos, empleando modelos de reloj interno.<sup>10</sup> En el rango de los milisegundos puede implicarse un mecanismo central que codifique el tiempo en intervalos muy cortos o bien puede suceder que las poblaciones neuronales de cada región usen sus propias características espaciotemporales de disparo para computar intervalos que se ubican precisamente en ese margen de tiempo.<sup>38</sup> La sensación de tiempo en cualquier caso sería una propiedad emergente de la actividad de estos presuntos mecanismos neuronales en un sentido similar a las reacciones macroscópicas de cambio de color macroscópico y perceptible en las reacciones Belousov-Zhabotinski y que se deben a reacciones químicas totalmente dilucidadas que se revela, por ejemplo, en el cambio cíclico de la coloración de una solución en el rango de los segundos.

Ahora bien, a diferencia de los niveles de análisis de la mencionada reacción, aquí surge una vez más el problema de la relación mente-cuerpo que infecta a toda la investigación en neurociencia cognitiva y psicofisiología porque si bien parecen existir procesamientos temporales de información nerviosa que operan en ventanas de tiempo discretas, esto no resuelve la manera como este procesamiento implícito se convierte en representaciones mentales explícitas y conscientes de tiempo, pues los procesos neuronales y el percepto subjetivo no se empatan. Esto impide concluir que los procesos automáticos del cerebro que exhiben una pauta temporal se traducen directamente a las representaciones del tiempo que conscientemente se experimentan. Este desempate sucede de manera dramática en las distorsiones del tiempo como son las aceleraciones y contracciones a las cuales habría que encontrarles una contraparte neural que las explicara. Dado que estamos hablando de un sistema biológico y plástico como es el cerebro, esta posibilidad no resulta nada inverosímil. Por ejemplo, la población de neuronas que codifican el tiempo mediante sus propios servomecanismos de disparo puede incrementar su eficiencia como sucede en todo mecanismo de aprendizaje y que eso resulte en una duración subjetiva menor. El reloj interno es elástico debido a la plasticidad cerebral.

## EL SISTEMA MENTE/CEREBRO COMO UN RELOJ ELÁSTICO

Una posibilidad que vale la pena valorar es que la percepción del tiempo no sea una facultad separada, sino parte de un mecanismo generalizado de amplias zonas del cerebro en coordinación con otras funciones fisiológicas y señales externas.

Por ejemplo, existe una capacidad para procesar espacio, tiempo y número que Bueti y Walsh<sup>27</sup> ubican en la corteza parietal inferior derecha, una corteza prototipo de área de asociación entre las zonas de recepción primaria de los sentidos. Se presenta aquí una forma de relatividad neural en el sentido de que, por ejemplo, la recreación de las propiedades espaciales de una escena sea en la percepción o en la imaginación, implica intrínsecamente un procesamiento temporal que puede ser recuperado como duración subjetiva, por ejemplo la noción del tiempo necesario para trasladarse virtualmente de un espacio a otro en una construcción imaginaria.

En el rango de los segundos existe un consenso entre los psicofisiólogos del tiempo de que puede existir un mecanismo centralizado de tipo reloj o marcapaso para la estimación de la duración en esa escala. La idea es que el marcapaso produciría una serie de pulsos que al ser registrados en un lapso de tiempo determinado produzcan o constituyan la representación subjetiva de la duración. En teoría este mecanismo estaría íntimamente acoplado a los procesos cerebrales de la atención,<sup>20</sup> ya que la colocación de la atención a la duración del tiempo es un elemento crucial para la estimación correcta de intervalos, como se ha mostrado en experimentos de condicionamiento en los cuales se entrenan ratas para presionar una palanca después que pasan diferentes lapsos de tiempo.<sup>37</sup>

La Teoría de la Expectación Escalar<sup>39</sup> acepta que existen otras fuentes de variación que modulan las ejecuciones temporales al estar el marcapaso embebido en un sistema de información más extenso. La acumulación de los pulsos del marcapaso estaría bajo el control de un interruptor representado en gran medida por la atención. La teoría implica que la media de una serie de tiempo se ajusta al tiempo real y el sujeto produce estimaciones que se ajustan a la duración cronológica. Las estimaciones de tiempo se ajustan a la ley de Weber-Fetchner por el hecho de que la estimación crece en proporción logarítmica con la escala cronológica física del tiempo a estimar.

Una cuestión de gran interés ha sido la referente a la posible existencia de uno o varios relojes o marcapasos para diferentes escalas de tiempo. Se debate sobre un modelo de reloj interno estándar con una propiedad escalar de tiempo que permanezca constante para todos los rangos de duración contra la existencia de varios relojes para diferentes escalas. También se disputa si existe un reloj central o varios ubicados en diferentes regiones, módulos o redes de neuronas.<sup>26</sup> La neurofisiología de la percepción del tiempo se inclina en la actualidad por un mecanismo general y multimodal de procesamiento temporal adaptable a diferentes ventanas y lapsos de tiempo.<sup>40</sup> Una de las razones para asumir esto es que en diferentes tareas de evaluación temporal se activa un conjunto particular de áreas cerebrales que incluyen las áreas motoras suplementarias ubicadas en la superficie medial del lóbulo frontal, la corteza frontal dorsolateral, la corteza

za parietal posterior, los ganglios basales y el cerebelo. Estas áreas se activan en una variedad de tareas cognitivas, sensoriales y motoras que requieren de evaluación temporal y constituyen en conjunto la red neuronal de procesamiento del paso del tiempo. El neurofisiólogo mexicano Hugo Merchant<sup>40</sup> se ha dedicado a estudiar el mecanismo por medio del cual las neuronas de estas áreas codifican el paso del tiempo en macacos y ha encontrado un grupo de neuronas en las áreas premotoras mediales que muestran una actividad ascendente cuya duración se incrementa y su pendiente disminuye en función de los intervalos de una tarea. Otro grupo de neuronas disminuye su tasa de disparo en función del tiempo y opera como un «reloj de arena» en el sentido que conforme su actividad disminuye se codifica el tiempo pasado desde un estímulo. Una tercera población de neuronas premotoras se sintoniza a la duración de los intervalos lo cual se interpreta como una representación «abstracta» de ellos. Los tres cronómetros neuronales detectados le permiten sugerir a Merchant que la cuantificación neuronal depende del contexto de tal forma que en algunas tareas que requieren cálculos de inceptión, como el evadir un obstáculo inesperado, entra en juego una población particular de neuronas en tanto que en otras tareas que requieren calcular intervalos de tiempo interviene otra población. La red en conjunto constituiría un reloj con subunidades especializadas, modalidades plásticas y funciones adaptables a las demandas de la tarea.

Mauk y Buonomano<sup>41</sup> proponen que el cerebro calcula el tiempo en una función semejante a la expansión de las ondas en un estanque, de manera tal que computa el tiempo que pasa entre ellas. Esto puede ser aceptable para ritmos muy cortos pero no para otros más largos. Para estos intervalos más largos el cerebro produce pulsos que pueden ser interpretados de una manera similar a como describen los ritmos musicales y la danza.<sup>26</sup> Este modelo musical del procesamiento temporal está basado en la hipótesis de que existen grupos de neuronas de espinas medias que responden a pautas temporales de larga duración por el hecho de que mantienen conexiones con múltiples neuronas interconectadas. Meck ha registrado neuronas que responden a intervalos de tiempo de hasta 30 segundos en zonas límbicas del cerebro lo cual se ajusta bien a la experiencia de que la emoción puede afectar el sentido del tiempo.

Los análisis de las alteraciones neurológicas y sus consecuencias en el sentido del tiempo indican que las funciones de estimación temporal difícilmente pueden circunscribirse a regiones particulares del cerebro y probablemente se deban al intercambio de información entre regiones.<sup>38</sup> Esta noción implica que, si bien la percepción del tiempo sería resultado de la conectividad cerebral, las diferentes regiones pueden aportar un tipo de información temporal a las otras que explique una capacidad emergente o resultante de estimación de duraciones en diferentes escalas.<sup>39</sup>

Por ejemplo, el cerebelo puede estar involucrado en procesamientos menores al segundo, en tanto que los circuitos entre los ganglios basales y la corteza pueden proveer estimaciones en el rango de los segundos. La experiencia del tiempo también puede utilizar procesamientos emocionales y viscerales en la corteza de la ínsula, parte del sistema límbico extendido que está involucrada en la llamada interocepción, la percepción de los estados internos del cuerpo. La hipótesis de Fernández-Guardiola<sup>2</sup> en el sentido de que la frecuencia cardíaca puede ser usada por el cerebro como un reloj corporal para la estimación del tiempo sería compatible con esta idea.

En un experimento diseñado para abordar esta cuestión, Rao et al.<sup>32</sup> usaron la fMRI para examinar el curso de activación cerebral asociado a diferentes componentes en una tarea de percepción del tiempo. De esta manera ubicaron actividad en los ganglios basales durante la codificación de intervalos. La atención y manutención de los intervalos se asoció a la actividad de la corteza premotora y la corteza parietal inferior derecha, en tanto que registraron activaciones tardías en la corteza prefrontal dorsolateral acopladas a la comparación retro y prospectiva de los intervalos. Estos resultados muestran un conjunto de redes neuronales cuya activación córtico-subcortical se asocia con diferentes componentes del procesamiento cognitivo del tiempo.

Aunque no se ha identificado plenamente el mecanismo neurofisiológico para la percepción del tiempo en diferentes escalas, la noción de que las diferentes regiones cerebrales o poblaciones neuronales procesan información particular y la despachan y comparten entre sí para permitir la duración subjetiva es particularmente verosímil. La hipótesis de la conciencia como un enjambre, en la cual el comportamiento espaciotemporal coherente de la actividad cerebral intermodular sería la contraparte del procesamiento consciente de información,<sup>16</sup> es especialmente compatible con esta idea ya que la información intrínseca de la parvada aglutinaría la información de buena parte de las regiones cerebrales permitiendo el ajuste de los cálculos de intervalos temporales a diferentes escalas. De esta manera, las señales provenientes del exterior, del resto del cuerpo, la experiencia emocional, los procesos motores o los mecanismos de la atención estarían todos implicados en un procesamiento de gran integración para permitir la estimación consciente de duraciones y en general el tiempo subjetivo y lo que llamamos percepción del tiempo.

El tiempo subjetivo depende del movimiento de las funciones integrales del cerebro en estrecha coordinación con movimientos y señales del mundo externo.<sup>42</sup> Como sucede con el resto de las sensaciones y percepciones, el tiempo subjetivo lejos de ser un evento puramente privado de representación o un evento puramente cerebral está en estrecha relación con múltiples fenómenos corporales y conductuales a través de los cuales se inserta y se deriva de circunstancias cronológicas plasmadas en la cultura. La

relación entre los factores temporales internos y externos es muy estrecha, de tal forma que los relojes interno y externo se ajustan, se entrelazan y se complementan. Además, hay evidencias que todo conocimiento sensorio-motriz se ubica en contextos sociales y ambientales que requieren sincronización con actividades, ciclos y relojes externos al sujeto. Así, como lo afirma Ricoeur,<sup>12</sup> el tiempo histórico, con sus momentos axiales datados en el calendario y sus generaciones de predecesores, contemporáneos y sucesores, media entre el tiempo vivido y el tiempo cósmico de tal manera que la noción de la realidad del tiempo adquiere una dimensión a la vez única como un flujo universal y múltiple por correr a velocidades diversas en sus diferentes facetas y encarnaciones.

Una cronofenomenología verosímil y heurística estaría plantada en el terreno problemático de la naturaleza del tiempo con la exigencia de analizar y revelar el tiempo subjetivo, de relacionarlo con el tiempo físico, con el tiempo fisiológico y con el tiempo histórico. Como sucede con la propia conciencia que no podemos registrar directamente, anticipamos que el tiempo vivido se podrá abordar por la correlación en tiempo real de conjuntos de datos aparentemente diversos provenientes de la fenomenología, la narración y la función cerebral.

## REFERENCIAS

- Kornhauser S, Díaz JL, Fernández-Guardiola A. Magnitud del cálculo de un intervalo de tiempo y frecuencia cardiaca. XIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Morelia, México; 1970.
- Fernández Guardiola A. El concepto del tiempo. En: Biología de la Mente De la Fuente R, Álvarez-Leffmans FJ (eds). México: Fondo de Cultura Económica; 1998; pp 307-329.
- Borges JL. Nueva refutación del tiempo. En: Obras completas. Buenos Aires: Emecé Editores; 1975; pp 757-772.
- Posner MI. Chronometric explorations of mind. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1978.
- Minkowski E. El tiempo vivido. México: Fondo de Cultura Económica; 1973.
- Lieb IC. Past, present, and future. A philosophical essay about time. Chicago: University of Illinois Press; 1991.
- Russell B. On the experience of time. *Monist* 1915;25:212-233.
- Ornstein RE. *On the experience of time*. Harmondsworth: Penguin; 1969.
- Pöppel E. Time perception. En: *Handbook of sensory physiology*. Vol. VIII; Perception. Richard H et al. (eds.). Berlin: Springer-Verlag; 1978.
- Gibbon J, Allan L (eds.). *Timing and time perception*. New York, NY: New York Academy of Sciences; Vol. 432; 1984.
- Walsh WH. Kant on the perception of time. *Monist* 1967;51:376-396.
- Ricoeur P. Tiempo y narración. III: El tiempo narrado. México: Siglo XXI; 1999.
- Coveney P, Highfield R. La flecha del tiempo. Barcelona: Plaza & Janes; 1992.
- Le Poidevin, Robin *the images of time: An essay on temporal representation*. Oxford: Oxford University Press; 2007.
- Whitehead AN. *Proceso y realidad*. (Traducción del inglés al castellano por Rovira Armengol J). Buenos Aires: Editorial Losada; 1956.
- Díaz JL. La conciencia viviente. México: Fondo de Cultura Económica; 2007.
- James W. *The principles of psychology*, New York: Henry Holt; 1890.
- Xirau R. Tiempo vivido. Acerca de «estar.» México: Siglo XXI; 1985.
- Baddeley AD. Working memory. Nueva York: Oxford University Press; 1986.
- Nobre AK, Coull J (eds.). Attention and time. Oxford: Oxford University Press; 2010.
- Libet B. Mind time. The temporal factor in consciousness. Cambridge, Mass: Harvard University Press; 2004.
- Hunt AR, Chapman CS, Kingstone A. Taking a long look at action and time perception. *J Experimental Psychology: Human Perception Performance* 2008;34:125-136.
- Deleuze G. El bergsonismo. (Traducción de Luis Ferrero Cariacedo). Madrid: Ediciones Catédra; 1987.
- Hoerl C, McCormack T (eds.). *Time and memory: Issues in philosophy and psychology*. Oxford: Clarendon Press; 2001.
- Díaz JL. Persona, mente y memoria. *Salud Mental* 2009;32:513-526.
- Meck WH (ed.). Functional and neural mechanisms of internal timing. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2003.
- Bueti D, Walsh V. The parietal cortex and the representation of time, space, number and other magnitudes. *Philosophical Transactions Royal Society* 2009;364:1831-1840.
- Wittmann M. The inner experience of time. *Philosophical Transactions Royal Society* 2009;364:1955-1967.
- González F, Azzollini S. El tiempo psicológico y sus distorsiones [Internet]. Versión 50. Knol. 2009 jun 29 2009. Disponible en: <http://knol.google.com/k/federico-gonzalez/el-tiempo-psicologico-y-sus/1lpuycm3t2lm3/12>.
- Fraisse P. Perception and estimation of time. *Annual Review Psychology* 1984;35:1-36.
- Rammsayer TH. On dopaminergic modulation of temporal information processing. *Biological Psychology* 1999;36:209-222.
- Rao SM, Mayer AR, Harrington DL. The evolution of brain activation during temporal processing. *Nature Neuroscience* 2001;4:317-323.
- Pérez-Rincón H. La anticipación. *Fenomenología y clínica*. *Salud Mental* 1994;5:53-58.
- Mellor DH. *Real time II*. Londres: Routledge; 1998.
- Church RM. Properties of the internal clock. En: *Timing and time perception*. Gibbon J, Allan L (eds.). Vol. 432; New York, NY: New York Academy of Sciences; 1984; pp 556-582.
- Aguilar-Roblero R. Teorías básicas de los ritmos biológicos. *Psiquis* 1993;6:121-132.
- Buhusi CV, Meck WH. Relative time sharing: new findings and an extension of the resource allocation model of temporal processing. *Philosophical Transactions Royal Society* 2009;364:1875-1885.
- Koch G, Oliveri M, Caltagirone C. Neural networks engaged in milliseconds and seconds time processing: evidence from transcranial magnetic stimulation in patients with cortical or subcortical dysfunction. *Philosophical Transactions Royal Society* 2009;364:1907-1918.
- Wittmann M, van Wassenhove V. The experience of time: neural mechanisms and the interplay of emotion, cognition and embodiment. *Philosophical Transactions Royal Society* 2009;364:1809-1813.
- Merchant H, Zarco W, Pérez O, Bartolo R et al. Midiendo el paso del tiempo con varios cronómetros neuronales. Propiedades emergentes de redes neuronales, su relevancia en procesos motores y cognitivos y en el desarrollo de la conciencia. Rudomin P, Romo R (eds.). México: Colegio Nacional; 2011.
- Mauk MD, Buonomano DV. The neural basis of temporal processing. *Annual Review Neuroscience* 2004;27:307-340.
- Clark A. Time and mind. *J Philosophy* 1998;95:354-376.